TOTAL

Epoca mașinilor spirituale

Ray Kurzweil

CÂND COMPUTERELE DEPĂȘESC INTELIGENȚA UMANĂ

PARALELA 45 EDITURA

TOTAL

Colecţie coordonată de Aurelia Ciobanu

Editor: Călin Vlasie

Redactor: Ioan Es. Pop
Tehnoredactare: Gabriela Chircea
Coperta colecţiei: Ionuţ Broştianu
Prepress: ART CREATIV

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
KURZWEIL, RAY
Epoca maşinilor spirituale: când computerele depăşesc inteligenţa umană /
Ray Kurzweil; trad. de Bogdan Chircea – Piteşti: Paralela 45, 2012

ISBN 978-973-47-1445-2

I. Chircea, Bogdan (trad.)

004.4

Ray Kurzweil
The Age of Spiritual Machines: When Computers Exceed Human Intelligence

Copyright© Ray Kurzweil,1999
All rights reserved including the right of reproduction in whole or in part in any form.
This edition published by arrangement with **Viking**, a member of Penguin Group (USA) Inc.

Copyright© Editura Paralela 45, 2012, pentru prezenta ediţie

Ray Kurzweil

EPOCA MAŞINILOR SPIRITUALE

Când computerele depăşesc inteligenţa umană

Traducere din limba engleză:
Bogdan Chircea

PARALELA 45

NOTĂ PENTRU CITITOR

Când fotonul îşi croieşte agale drumul printr-o succesiune de ecrane din sticlă şi oglinzi, calea sa rămâne ambiguă. În esenţă, poate să abordeze orice traseu care-i stă la dispoziţie (aparent, aceşti fotoni nu au citit poemul lui Robert Frost „The Road not Taken"). Această ambiguitate se păstrează până când un observator conştient forţează particula să decidă ce cale va urma. Pe urmă, incertitudinea se rezolvă – retroactiv – şi este ca şi cum calea aleasă ar fi fost aleasă dintotdeauna.

Asemenea acestor particule cuantice, tu – cititorul – ai posibilitatea să-ţi alegi calea în această carte. Poţi să citeşti capitolele aşa cum am intenţionat eu să fie citite, într-o ordine succesivă. Sau, după ce parcurgi *Prologul*, poţi hotărî că viitorul nu poate să aştepte şi decizi să sari imediat la capitolele din *Partea a III-a* despre secolul XXI (cuprinsul îţi oferă o descriere a fiecărui capitol). Poţi, pe urmă, să te întorci la capitolele anterioare care descriu natura şi originile curentelor şi forţelor ce se vor manifesta în acest secol. Sau, poate, traiectoria ta va rămâne ambiguă până la sfârşit. Însă, când ajungi la *Epilog*, orice ambiguitate care ar mai putea rămâne va fi rezolvată şi ţi se va părea că mereu ai intenţionat să citeşti cartea în ordinea pe care ai ales-o.

MULŢUMIRI

Vreau să-mi exprim gratitudinea faţă de numeroasele persoane care mi-au insuflat inspiraţie, răbdare, idei, critici, intuiţii şi ajutor sub diverse forme pentru acest proiect. În mod special, vreau le mulţumesc următorilor:

- Soţiei mele Sonia, pentru răbdarea plină de iubire dovedită pe parcursul inflexiunilor şi virajelor procesului creator.

  Mamei mele, pentru plimbările lungi şi minunate, pe când eram mic, prin pădurea din Queens (da, existau păduri în Queens, New York, pe vremea când eram eu mic) şi pentru interesul ei entuziast şi sprijinul timpuriu pe care le-a manifestat faţă de ideile mele, care nu erau întotdeauna chiar la locul lor.

  Redactorilor de la Viking, Barbara Grossman şi Dawn Drzal, pentru îndrumările perspicace şi expertiza editorială, ca şi întregii echipe de la Viking Penguin, inclusiv Susan Petersen, editor; Ivan Held şi Paul Slovak, directori de marketing; John Jusino, *copy editor*; Betty Lew, designer; Jariya Wanapun, asistent editorialist; şi Laura Ogar, specialistul în indexuri.
- Lui Jerry Bauer, pentru fotografiile răbdătoare.
- Lui David High, care a creat practic o maşină spirituală pentru copertă.

  Agentului meu literar, Loretta Barrett, pentru ajutorul acordat în conturarea acestui proiect.

  Documentaristelor mele extraordinar de capabile, Wendy Dennis şi Nancy Mulford, pentru eforturile lor devotate şi neobosite şi lui Tom Garfield, pentru nepreţuitul său ajutor.

  Lui Rose Russo şi Robert Brun, care au transformat ideile de ilustraţii în minunate prezentări vizuale.

Lui Aaron Kleiner, pentru încurajări şi sprijin.
Lui George Gilder, pentru gândurile şi intuiţiile sale excitante.
Lui Harry George, Don Gonson, Larry Janowitch, Hannah Kurzweil, Rob Pressman şi Mickey Singer, pentru discuţiile minunate şi utile pe aceste teme.

- Cititorilor mei: Peter Arnold, Melanie Baker-Futorian, Loretta Barrett, Stephen Baum, Bryan Bergeron, Mike Brown, Cheryl Cordima, Avi Coren, Wendy Dennis, Mark Dionne, Dawn Drzal, Nicholas Fabijanic, Gil Fischman, Ozzie Frankell, Vicky Frankell, Bob Frankston, Francis Ganong, Tom Garfield, Harry George, Audra Gerhardt, George Gilder, Don Gonson, Martin Greenberger, Barbara Grossman, Larry Janowitch, Aaron Kleiner, Jerry Kleiner, Allen Kurzweil, Amy Kurzweil, Arielle Kurzweil, Edith Kurzweil, Ethan Kurzweil, Hannah Kurzweil, Lenny Kurzweil, Missy Kurzweil, Nancy Kurzweil, Peter Kurzweil, Rachel Kurzweil, Sonya Kurzweil, Jo Lernout, Jon Lieff, Elliot Lobel, Cyrus Mehta, Nancy Mulford, Nicholas Mullendore, Rob Pressman, Vlad Sejnoha, Mickey Singer, Mike Sokol, Kim Storey şi Barbara Tyrell, pentru complimente şi critici (cele din urmă fiind cele mai utile) şi pentru numeroasele sugestii nepreţuite.
- În final, mulţumirile mele pentru toţi oamenii de ştiinţă, inginerii, antreprenorii şi artiştii care se ocupă de crearea epocii maşinilor spirituale.

Prolog

O INEXORABILĂ EMERGENŢĂ

Jucătorul nu se aşteptase să ajungă acolo. Dar, gândindu-se mai bine, îşi spuse că, de-a lungul timpului, dăduse dovadă şi de puţină bunătate. Iar locul acela era chiar mai frumos şi mai plăcut decât îşi imaginase. Pretutindeni erau candelabre din cristal magnifice, cele mai fine covoare manuale, cele mai somptuoase preparate culinare şi, într-adevăr, cele mai frumoase femei, care păreau interesate de cel nou venit în raiul lor. Îşi încercă norocul mai întâi la ruletă şi, în mod uimitor, numărul lui ieşi de fiecare dată. Se mută la mesele de joc şi norocul lui se dovedi absolut remarcabil: câştigă joc după joc. Desigur, câştigurile sale provocară agitaţie, generând un mare freamăt în rândul personalului atent şi al femeilor frumoase.

Continuă astfel zi de zi, săptămână de săptămână, câştigând de fiecare dată şi adunând sume din ce în ce mai mari. Îi mergea totul după pofta inimii. Continuă să câştige. Şi săptămână de săptămână, lună de lună, norocul lui rămase neştirbit.

După o vreme, totul începu să devină plictisitor. Jucătorul devenea neliniştit; succesul începea să-şi piardă sensul. Dar, cu toate acestea, nu se schimbă nimic. Continuă să câştige de fiecare dată, până într-o zi când, neliniştit de-acum, jucătorul se adresă îngerului care părea să fie răspunzător de toate astea şi îi spuse că nu mai suporta. La urma urmelor, raiul nu era pentru el. Îşi imaginase că era destinat „celuilalt loc" şi, pe bună dreptate, acolo voia să ajungă.

— Dar este celălalt loc, veni replica.

Aşa îmi amintesc eu de un episod din *Zona crepusculară*, pe care l-am văzut când eram mic. Nu-mi aduc aminte titlul, dar i-aş spune „Ai grijă de ceea ce-ţi doreşti".[1] După cum şi intenţiona, acest serial incitant a ilustrat unul dintre paradoxurile naturii umane: ne place să rezolvăm probleme, dar nu ne place să fie toate rezolvate, cel puţin nu aşa de repede. Suntem mai ataşaţi de probleme decât de soluţii.

Să luăm ca exemplu moartea. O foarte mare parte dintre eforturile noastre sunt îndreptate înspre evitarea ei. Facem eforturi extraordinare să o amânăm şi este foarte adevărat că întâlnirea cu ea este considerată un eveniment tragic. Cu toate acestea, însă, ne vine greu să trăim fără ea. Moartea dă sens vieţii noastre. Dă importanţă şi valoare timpului. Timpul ar deveni lipsit de sens dacă am avea prea mult la dispoziţie. Dacă moartea ar fi anulată complet, psihicul omului ar ajunge, în fine, asemenea celui al jucătorului din *Zona crepusculară*.

Încă nu ne confruntăm cu această situaţie dificilă. Actualmente nu ne confruntăm nici cu o penurie de moarte, nici cu una de probleme omeneşti. Puţini observatori consideră că secolul al XX-lea ne-a lăsat o moştenire prea favorabilă. Există o prosperitate în creştere, alimentată nu întâmplător de tehnologia informaţiei, dar specia umană se confruntă în continuare cu probleme şi dificultăţi care nu se deosebesc întrutotul de cele cu care s-a luptat de la începutul istoriei sale consemnate.

Secolul XXI va fi diferit. Specia umană, împreună cu tehnologia de calcul pe care a creat-o, va fi în măsură să rezolve probleme vechi de secole, legate de nevoi dacă nu de dorinţe, şi se va găsi în poziţia de a modifica natura muritoare într-un viitor postbiologic. Avem capacitatea psihologică de a aborda toate lucrurile bune care ne aşteaptă? Probabil că nu. Însă este posibil ca şi acest lucru să se schimbe.

Înainte de finalul următorului secol (cel în curs, n.tr.), fiinţa umană nu va mai fi cea mai inteligentă şi mai capabilă entitate de pe planetă. De fapt, dă-mi voie să retractez. Adevărul ultimei afirmaţii depinde de modul în care definim termenul „uman" Iar aici vedem o diferenţă profundă între aceste două secole: sarcina principală, politică şi filosofică, a următorului secol (XXI, n.tr.) va fi să definim cine suntem.[2]

Dar să nu mă grăbesc. Acest ultim secol (XX, n.tr.) a cunoscut o enormă evoluţie tehnologică, iar transformările sociale care au însoţit-o au fost anticipate de puţini eruditi în anul 1899. Ritmul schimbărilor se accelerează şi aşa a fost încă de la naşterea invenţiei (după cum voi arăta în primul capitol, această accelerare este o caracteristică inerentă a tehnologiei). Rezultatul

va fi reprezentat, în primele două decenii ale secolului XXI, de transformări mai mari decât am cunoscut în tot secolul XX. Pe de altă parte însă, pentru a putea înțelege logica inexorabilă a destinației la care ne va duce secolul XXI, trebuie să ne întoarcem și să începem din prezent.

Tranziția la secolul XXI

Computerele din zilele noastre depășesc inteligența umană într-o largă varietate de domenii de nișă, cum ar fi șahul, diagnosticarea anumitor afecțiuni, cumpărarea și vânzarea acțiunilor și direcționarea rachetelor balistice. Totuși, în ansamblul ei, inteligența umană rămâne mult mai suplă și mai flexibilă. Computerele sunt în continuare incapabile să descrie obiectele de pe o masă aglomerată de bucătărie, să creeze un scenariu de film, să lege șireturile, să facă diferența dintre un câine și o pisică (deși acest lucru, cred eu, devine fezabil cu rețelele neuronale actuale – simulări computerizate ale neuronilor umani)[3], să perceapă umorul sau să îndeplinească alte sarcini, mai subtile, în care excelează creatorii lor umani.

Unul dintre motivele acestei disparități a capacităților rezidă și în faptul că până și cele mai avansate computere sunt în continuare, în comparație cu creierul uman, mai simple de aproximativ un milion de ori (cu unul sau două ordine de mărime în plus sau în minus, în funcție de ipoteza folosită). Însă această disparitate se va diminua pe măsură ce vom înainta în prima parte a următorului secol (XXI, n.tr.). Computerele și-au dublat viteza din trei în trei ani la începutul secolului XX și din doi în doi ani în anii 1950, iar actualmente își dublează viteza la fiecare douăsprezece luni. Această tendință va continua, computerele urmând să ajungă la capacitatea de memorare și la viteza de calcul a creierului uman înspre anul 2020.

Atingerea complexității și capacității de bază a creierului uman nu se va concretiza automat în imitarea de către computere a flexibilității inteligenței umane. Organizarea și conținutul acestor resurse – softurile de inteligență – sunt la fel de

importante. O abordare a imitării softului creierului se face prin retroinginerie – scanarea creierului uman (care va putea fi realizată pe la începutul secolului – XXI, n.tr.)[4] şi, în esenţă, copierea circuitelor sale neuronale pentru realizarea unui computer neuronal (un computer destinat să simuleze un număr masiv de neuroni umani) de o capacitate suficient de mare.

Există o multitudine de scenarii credibile privind atingerea de către o maşină a nivelului de inteligenţă umană. Vom putea pregăti şi dezvolta un sistem care să combine reţele neuronale masive cu alte paradigme, pentru înţelegerea limbajului şi realizarea de modele ale cunoştinţelor – inclusiv pentru abilitatea de a citi şi de a înţelege documente scrise. Deşi capacitatea computerelor din zilele noastre de a extrage şi de a-şi însuşi cunoştinţe din documente în limbaj natural este cât se poate de limitată, puterea lor în acest domeniu se măreşte rapid. Computerele vor putea să citească singure, înţelegând şi realizând modele de lectură, până în al doilea deceniu al secolului XXI. Pe urmă, o să putem lăsa computerele să citească toată literatura din lume, toate revistele, jurnalele ştiinţifice şi tot materialul disponibil. În cele din urmă, maşinile vor acumula singure cunoştinţe, aventurându-se în lumea fizică, extrăgând informaţii din întregul spectru al serviciilor media şi împărtăşind între ele cunoştinţe (ceea ce maşinile pot face mult mai uşor decât creatorii lor umani).

Din momentul în care un computer va atinge nivelul de inteligenţă al omului, în mod necesar îl va şi depăşi în goană. De la conceperea lor, computerele au întrecut în mod semnificativ dexteritatea mentală a omului în privinţa capacităţii de reţinere şi procesare a informaţiilor. Computerul poate reţine perfect miliarde şi chiar mii de miliarde de fapte, în vreme ce pentru noi este un lucru mare dacă ţinem minte câteva numere de telefon. Un computer poate căuta într-o bază de date cu miliarde de titluri în câteva fracţiuni de secundă. Computerele pot împărtăşi foarte uşor stocul de cunoştinţe. Combinaţia de inteligenţă de nivel uman a unei maşini cu superioritatea inerentă a computerului sub aspectul vitezei, al acurateţei şi al capacităţii de împărtăşire a memoriei sale va fi formidabilă.

Neuronii mamiferelor sunt creații extraordinare, dar noi nu le-am construi la fel. Mare parte din complexitatea lor este orientată în direcția întreținerii proceselor vitale, nu a capacității de manevrare a informațiilor. Mai mult de-atât, neuronii acționează extrem de lent; circuitele electronice sunt de cel puțin un milion de ori mai rapide. Din momentul în care un computer va atinge nivelul uman de abilitate sub aspectul înțelegerii conceptelor abstracte, al recunoașterii modelelor și al altor atribute ale inteligenței omenești, el va putea să aplice această capacitate unei baze de cunoștințe acumulate și de om, și de mașină.

O reacție obișnuită la afirmația că va exista un computer care va concura serios inteligența umană este respingerea acestei perspective, în special în baza examinării capacităților lui actuale. La urma urmelor, atunci când interacționez cu computerul meu personal, inteligența lui pare limitată și fragilă, asta în cazul în care chiar ar părea inteligent. Este dificil să-ți imaginezi că un computer personal ar putea să fie dotat cu simțul umorului, să susțină o opinie sau să manifeste vreuna dintre celelalte calități atât de dragi gândirii omenești.

Însă capodoperele tehnologiei de calcul nu sunt nicidecum statice. Actualmente, anumite capacități ale computerului care erau considerate imposibile în urmă cu două sau trei decenii au devenit un fapt obișnuit. Printre exemple se numără abilitatea de a transcrie precis vorbirea umană continuă, de a înțelege și de a răspunde inteligent unor provocări ale limbajului natural, de a recunoaște tipare în cadrul unor proceduri medicale cum ar fi electrocardiogramele și analiza sângelui cu o acuratețe comparabilă cu cea a medicului uman și, desigur, de a juca șah la nivel de campionat mondial. În cursul deceniului viitor (2001-2010, n.tr.), vom vedea telefoane cu opțiune de traducere care vor asigura, în timp real, traduceri vorbite dintr-o limbă în alta, asistenți personali computerizați inteligenți care să poată conversa, căuta și înțelege rapid bazele de date ale lumii și o mulțime de alte mașini dotate cu o inteligență tot mai mare și mai flexibilă.

În al doilea deceniu al secolului următor (2011-2020, n.tr.), va deveni din ce în ce mai dificil să se facă o distincție clară între capacitatea inteligenței umane și cea a inteligenței mașinii.

Avantajele inteligenţei computerului în privinţa vitezei, preciziei şi capacităţii vor fi clare. Avantajele inteligenţei umane, pe de altă parte, vor fi din ce în ce mai greu de sesizat.

Abilităţile programelor de computer sunt deja mai mari decât îşi dau seama mulţi oameni. Mi s-a întâmplat adeseori ca, la demonstrarea unor progrese recente, de pildă în domeniul recunoaşterii vorbirii sau scrierii, observatorii să fie surprinşi de nivelul atins. De exemplu, ultima experienţă a unui utilizator obişnuit de computer cu tehnologia recunoaşterii vorbirii este posibil să fie aceea a unui program de nivel sumar, încropit la repezeală, din urmă cu câţiva ani, care recunoştea un vocabular redus, având nevoie de pauze mari între cuvinte şi făcând în cele din urmă o treabă incorectă. Asemenea utilizatori sunt surprinşi apoi să vină în contact cu sisteme contemporane care pot recunoaşte fără greş vorbirea cursivă cu un vocabular de 60.000 de cuvinte, la nivele de acurateţe comparabile cu ale unei dactilografe umane.

De asemenea, reţine că progresul inteligenţei computerului ne va lua prin surprindere. În chip de unic exemplu, gândeşte-te la încrederea pe care o manifesta Garry Kasparov în 1990, anume că un calculator nu va ajunge niciodată să-l înfrângă. La urma urmelor, jucase cu cele mai bune computere, iar capacitatea lor de joc – comparativ cu a lui – fusese jalnică. Însă abilitatea computerelor de a juca şah a progresat permanent, câştigând câte patruzeci de puncte de rating anual. În 1997, Kasparov a fost bătut de un computer, cel puţin la şah. Au existat extrem de numeroase comentarii pe tema faptului că alte activităţi umane sunt cu mult mai dificil de imitat decât jocul de şah. Este adevărat. În nenumărate domenii – capacitatea de a scrie o carte despre computere, de exemplu –, computerele sunt în continuare jalnice. Însă, pe măsură ce acestea vor continua să câştige capacitate de calcul cu o rată exponenţială, vom avea şi în aceste domenii experienţa pe care a trăit-o Kasparov în privinţa şahului. Pe parcursul următoarelor câteva decenii, competenţa maşinii va rivaliza cu – şi în cele din urmă va depăşi – orice abilitate specială a omului ţi-ar trece prin minte, inclusiv minunata noastră capacitate de a ne plasa ideile într-o largă diversitate de contexte.

Evoluția este considerată o saga cu durata de un miliard de ani, care a condus în mod inexorabil la cea mai mare creație a sa: inteligența umană. Apariția pe Pământ, la începutul secolului XXI, a unei noi forme de inteligență, care poate să concureze și, în cele din urmă, va putea depăși în mod semnificativ inteligența omului, va reprezenta un progres de o importanță mult mai mare decât oricare dintre evenimentele care au modelat istoria omenirii. Va fi la fel de important precum crearea inteligenței care a creat-o la rândul ei și va avea implicații serioase asupra tuturor aspectelor activităților umane, inclusiv asupra naturii muncii, învățării, guvernării, războiului, artei și concepției pe care o are omul despre sine.

Acest spectru nu este încă prezent. Însă, odată cu apariția computerelor care vor putea să rivalizeze cu și să depășească în complexitate creierul uman, va deveni evidentă și capacitatea mașinilor de a înțelege și răspunde la abstracțiuni și subtilități. În parte, ființa umană pare a fi complexă tocmai datorită scopurilor sale interioare aflate în concurență. Valorile și emoțiile reprezintă scopuri care vin adeseori în conflict unele cu altele și sunt un produs secundar de neevitat al nivelurilor de abstracție cu care ne confruntăm în calitatea noastră de ființe umane. Pe măsură ce vor atinge o complexitate comparabilă – și apoi superioară – și vor deriva, cel puțin în parte, din modele de inteligență umană, computerele vor recurge și ele în mod obligatoriu la scopuri cu valori și emoții implicite, chiar dacă nu neapărat cu aceleași valori și emoții ca omul. Vor rezulta numeroase probleme filosofice. Computerele gândesc sau doar calculează? Pe de altă parte: ființele umane gândesc sau doar calculează? S-ar părea că creierul uman respectă legile fizicii, prin urmare trebuie să fie o mașină, chiar dacă o mașină complexă. Există vreo deosebire între gândirea umană și gândirea mașinii? Pentru a formula întrebarea altfel, din momentul în care computerele vor fi la fel de complexe precum creierul uman și vor semăna cu acesta sub aspectul subtilității și complexității gândirii, va trebui să le considerăm conștiente? Această întrebare e dificil chiar și de formulat, iar unii filosofi cred că este nesemnificativă, în timp ce alții susțin că e singura întrebare semnificativă din filosofie. Este o întrebare

ce se pune, practic, încă de pe vremea lui Platon, însă, odată cu apariţia maşinilor care vor poseda într-adevăr voinţă şi emoţie, va deveni tot mai presantă.

De exemplu, dacă cineva îşi scanează creierul cu ajutorul unei tehnologii noninvazive a secolului XXI (cum ar fi scanarea avansată cu rezonanţă magnetică) şi îşi descarcă mintea în computerul personal, „persoana" care apare în maşină prezintă oare aceeaşi conştiinţă ca persoana care a fost scanată? Este posibil ca acea „persoană" să te implore să o crezi că a crescut în Brooklyn, a urmat colegiul în Massachusetts, s-a aşezat pe masa scanerului de aici şi s-a trezit în maşina de acolo? Pe de altă parte, va admite persoana care a fost scanată că persoana din maşină îi împărtăşeşte cu adevărat antecedentele, cunoştinţele, amintirile şi personalitatea, sau va spune că este un impostor, o persoană diferită?

Chiar dacă ne limităm discuţia la computere care nu sunt derivate direct dintr-un creier uman, acestea vor părea să aibă tot mai mult propriile personalităţi, manifestând reacţii pe care nu le vom putea eticheta decât ca emoţii care îşi formulează propriile scopuri şi obiective. Vor părea să aibă propria voinţă. Vor pretinde că au experienţe spirituale. Iar oamenii – cei care vor continua să folosească neuroni pe bază de carbon – le vor crede.

Avem adeseori ocazia de a citi predicţii referitoare la o multitudine de tendinţe demografice, economice şi politice care ignoră în mare parte impactul revoluţionar al maşinilor dotate cu propriile opinii şi obiective. Cu toate acestea, trebuie să reflectăm la implicaţiile apariţiei graduale, dar inevitabile, a adevăratei competiţii pe întregul spectru al gândirii umane ca să înţelegem lumea ce ne aşteaptă.

Partea întâi

SONDAREA TRECUTULUI

Capitolul unu

LEGEA TIMPULUI ŞI A HAOSULUI

O (foarte scurtă) istorie a Universului: încetinirea timpului

Universul este făcut din poveşti, nu din atomi.
– Muriel Rukeyser

Universul este un mare mecanism, un mare calcul, o mare simetrie, un mare accident sau un mare gând?
– John D. Barrow

Începând cu începutul, vom observa un atribut neobişnuit al naturii timpului, critic pentru trecerea noastră în secolul XXI. Povestea noastră începe în urmă cu, probabil, 15 miliarde de ani. Nu a existat nicio formă de viaţă conştientă care să aprecieze naşterea Universului nostru în acel moment, dar o apreciem noi acum, iar atunci, ea chiar a avut loc. (Privind în urmă – din perspectiva mecanicii cuantice –, am putea să spunem că orice univers incapabil să facă să evolueze viaţa care să-i conştientizeze existenţa nici nu a existat vreodată.)

Abia la 10^{-43} de secunde (o zecime de milionime de trilionime de trilionime de secundă) după naşterea Universului[1], acesta s-a răcit suficient de mult (la 100 de milioane de trilioane de trilioane de grade) pentru a permite apariţia unei forţe distincte – gravitaţia.

Vreme de încă 10^{-34} de secunde (tot un interval de timp foarte mic, însă de un miliard de ori mai mare decât 10^{-43} de secunde) nu s-au întâmplat prea multe, dar Universul, mai rece acum (având „doar" un miliard de miliarde de miliarde de grade), a permis apariţia materiei sub forma electronilor şi a quarcurilor. Pentru menţinerea echilibrului, a apărut şi antimateria. A fost o perioadă foarte bogată în evenimente, noi forţe luând naştere cu

o viteză foarte mare. Am ajuns de-acum la trei dintre ele: gravitaţia, forţa tare[2] şi forţa slabă[3].

După încă 10^{-10} secunde (o zecime de miliardime de secundă), forţa electroslabă s-a divizat în forţă electromagnetică şi forţe slabe[4], pe care le cunoaştem atât de bine astăzi.

Lucrurile s-au complicat după alte 10^{-5} secunde (zece milionimi de secundă). Temperatura coborând acum la o valoare aproape răcoroasă, de o mie de miliarde de grade, quarcurile s-au alipit şi au format protonii şi neutronii. Antiquarcurile au făcut acelaşi lucru, generând antiprotonii.

Printr-un mijloc oarecare, particulele de materie au căpătat o uşoară prevalenţă. Cum s-a petrecut acest lucru nu este pe deplin clar. Până în acel moment, totul păruse cât se poate de uniform, ca să spun aşa. Însă, dacă toate lucrurile ar fi fost perfect echilibrate, ar fi rezultat un univers cât se poate de plictisitor. În primul rând, viaţa nu ar fi evoluat niciodată şi astfel am fi putut concluziona că Universul nici măcar nu a existat.

La fiecare 10 miliarde de antiprotoni, Universul avea 10 miliarde de protoni plus unul. Protonii şi antiprotonii s-au ciocnit, ducând la apariţia încă unui fenomen important: lumina (fotonii). Astfel, aproape toată antimateria a fost distrusă, lăsând materia să domine. (Acest fapt îţi demonstrează cât de mare este riscul de a-ţi lăsa un concurent să câştige un avantaj cât de mic.)

Desigur, dacă ar fi avut câştig de cauză antimateria, descendenţii ei i-ar fi spus materie şi ar fi numit materia antimaterie, aşa că am fi ajuns de unde am început (poate chiar aşa s-a şi întâmplat).

După încă o secundă (o secundă este un timp foarte îndelungat în comparaţie cu unele dintre capitolele anterioare din istoria Universului, motiv pentru care intervalele de timp devin exponenţial mai mari), electronii şi antielectronii (denumiţi pozitroni) s-au luat după protoni şi antiprotoni şi s-au anihilat reciproc într-un mod similar, lăsând în urma lor predominant electroni.

După încă un minut, neutronii şi protonii au început să se lipească unii de alţii, formând nuclee şi mai consistente, cum ar fi atomii de heliu, cei de litiu şi formele grele ale hidrogenului. Temperatura era de-acum de numai un miliard de grade.

Circa 300.000 de ani mai târziu (lucrurile încetinesc acum destul de rapid), la o temperatură medie de numai 3.000 de grade, au luat naştere primii atomi, pe măsură ce nucleele au preluat controlul asupra electronilor învecinaţi.

După un miliard de ani, aceşti atomi au format nori colosali, care au generat treptat vârtejuri şi galaxii.

După alte două miliarde de ani, materia din galaxii s-a concentrat şi mai mult, formând stele distincte, multe cu propriul sistem solar.

Trei miliarde de ani mai târziu, rotindu-se în jurul unei stele cu totul banale, din braţul unei galaxii obişnuite, s-a născut o planetă cu totul neremarcabilă, pe care o numim Pământ.

Acum, înainte să mergem mai departe, să urmărim o caracteristică izbitoare a trecerii timpului. La începutul istoriei Universului, lucrurile s-au desfăşurat rapid. Am avut trei schimbări de paradigmă numai în prima miliardime de secundă. Mai târziu, evenimentele cu semnificaţie cosmologică au avut nevoie de miliarde de ani pentru a se petrece. Natura timpului constă în faptul că acesta suferă o inerentă schimbare exponenţială, fie accelerându-se geometric, fie, ca în cazul istoriei Universului nostru, încetinind geometric. Timpul pare a fi liniar doar în decursul eonilor în care nu se petrece mare lucru. Astfel, în cea mai mare parte, trecerea liniară a timpului reprezintă o aproximare rezonabilă a curgerii sale. Însă nu aceasta este natura inerentă a timpului.

De ce este semnificativ acest lucru? Nu e semnificativ când te afli cantonat în intervale de timp în care nu se întâmplă mare lucru, însă are o semnificaţie extraordinară atunci când te găseşti în inflexiunea curbei, perioadă în care natura exponenţială a curbei timpului explodează fie în interior, fie în exterior. E ca şi cum ai cădea într-o gaură neagră (în acest caz, timpul se accelerează exponenţial pe măsură ce cazi).

Viteza timpului

Dar stai puţin: de unde ştim că timpul îşi schimbă „viteza"? Putem vorbi despre rata de producere a unui proces în termeni de progres pe secundă, dar putem spune oare că timpul îşi

modifică rata? Poate timpul să înceapă să se mişte, să zicem, cu două secunde pe secundă?

Einstein exact asta a spus – timpul este relativ la entităţile care trăiesc experienţa timpului.[5] O secundă pentru un bărbat poate să însemne patruzeci de ani pentru o femeie. Einstein dă exemplul unui bărbat care călătoreşte cu o viteză foarte apropiată de viteza luminii către o stea aflată, să spunem, la douăzeci de ani-lumină depărtare. Din perspectiva noastră pământeană, călătoria durează ceva mai mult de douăzeci de ani în fiecare direcţie. La întoarcerea bărbatului, soţia sa a îmbătrânit cu patruzeci de ani. Pentru el, în schimb, călătoria a fost foarte scurtă. Dacă s-a deplasat cu o viteză suficient de apropiată de viteza luminii, este posibil ca ea să fi durat doar o secundă sau mai puţin (dintr-o perspectivă practică, ar trebui să luăm în calcul anumite limitări, cum ar fi timpul necesar pentru accelerare şi decelerare fără zdrobirea corpurilor). Al cui interval de timp este cel corect? Einstein spune că ambele sunt corecte şi că există numai relativ unul la celălalt.

Anumite specii de păsări au o durată de viaţă de doar câţiva ani. Dacă le-ai urmări mişcările rapide, ţi s-ar părea că păsările cu pricina trăiesc experienţa trecerii timpului la o scară diferită de a noastră. Noi parcurgem această experienţă în propriile noastre vieţi. Pentru un copil, rata de schimbare şi experienţa trecerii timpului sunt diferite de cele ale unui adult. Ca observaţie specială, vom vedea că accelerarea trecerii timpului pentru evoluţie se face într-o direcţie opusă celei a universului din care apare.

Stă în natura creşterii exponenţiale ca evenimentele să se desfăşoare extrem de lent pe perioade de timp extrem de îndelungate, dar, pe măsură ce străbatem regiunea de inflexiune, evenimentele erup într-un ritm din ce în ce mai furios. Exact cu aşa ceva ne vom confrunta noi la intrarea în secolul XXI.

Evoluţia: Accelerarea timpului

La început a fost cuvântul... Şi cuvântul a devenit carne.

– Ioan 1:1, 14

Mare parte din Univers nu are nevoie de vreo explicație. Elefanții, de exemplu. Din momentul în care moleculele au învățat să concureze și să creeze alte molecule după propria imagine, elefanții și făpturile asemănătoare elefanților vor fi întâlnite la timpul potrivit rătăcind pretutindeni pe câmpuri.

– Peter Atkins

Cu cât vei privi mai departe în trecut, cu atât mai departe vei vedea în viitor.

– Winston Churchill

Ne vom întoarce la inflexiunea curbei, dar să aprofundăm ceva mai mult natura exponențială a timpului. În secolul al XIX-lea, a fost postulat un set de principii unificatoare denumit legile termodinamicii.[6] După cum sugerează și denumirea, ele se ocupă de natura dinamică a căldurii și au reprezentat prima rafinare majoră a legilor mecanicii clasice, enunțate în forma lor finală de Isaac Newton cu un secol înainte. În vreme ce Newton descrisese o lume de o perfecțiune asemănătoare aceleia a unui ceasornic, în care particulele și obiectele de orice dimensiuni respectau tipare extrem de disciplinate, previzibile, legile termodinamicii descriu o lume a haosului. Pe bună dreptate, asta înseamnă căldura. Căldura este mișcarea haotică – imprevizibilă – a particulelor care compun lumea. Un corolar al Legii a doua a termodinamicii este acela că într-un sistem închis (entități și forțe în interacțiune care nu sunt expuse influențelor din exterior; de exemplu, Universul), dezordinea (denumită „entropie") crește. Astfel, lăsat de capul lui, un sistem cum ar fi lumea în care trăim ar deveni din ce în ce mai haotic. Mulți oameni consideră că acest corolar le descrie cât se poate de bine viața. Însă, în secolul al XIX-lea, legile termodinamicii au fost considerate o descoperire tulburătoare. La începutul acelui secol, păruse că principiile de bază care guvernau lumea erau atât înțelese, cât și ordonate. Mai rămăseseră câteva detalii care ar fi trebuit lămurite, dar tabloul de bază se afla sub control.

Termodinamica a fost prima contradicție din acest tablou mulțumit de sine însuși. Dar nu avea să fie și ultima. A doua lege

a termodinamicii, denumită uneori Legea creşterii entropiei, ar părea să implice ideea că apariţia naturală a inteligenţei este imposibilă. Comportamentul inteligent este opusul comportamentului aleator şi orice sistem capabil de răspunsuri inteligente la mediul în care se află trebuie să fie deosebit de ordonat. Chimia vieţii, în special a vieţii inteligente, este compusă din aspecte extrem de complexe. Din iureşul tot mai haotic al particulelor şi al energiei din lume, au apărut, nu se ştie cum, construcţii extraordinare. Cum reconciliem apariţia vieţii inteligente cu Legea creşterii entropiei?

Există două răspunsuri. Primul: în timp ce Legea creşterii entropiei ar părea să contrazică impulsul evoluţiei, care acţionează în sensul unei ordini din ce în ce mai complexe, cele două fenomene nu sunt în mod inerent contradictorii. Ordinea elementelor asemănătoare funcţionează în mijlocul unui extraordinar haos, iar existenţa formelor de viaţă nu afectează în mod apreciabil entropia din sistemul mai mare în care a evoluat viaţa. Un organism nu este un sistem închis. Este parte a unui sistem mai vast pe care îl numim mediu şi care rămâne cu o entropie mare. Cu alte cuvinte, ordinea reprezentată de existenţa formelor de viaţă este insignifiantă sub aspectul măsurării entropiei per ansamblu.

Astfel, în vreme ce în Univers entropia creşte, este posibil să existe concomitent şi procesele evolutive care creează modele din ce în ce mai complexe şi mai ordonate.[7] Evoluţia este un proces, dar nu e un sistem închis. Este expusă influenţelor exterioare şi pe bună dreptate se hrăneşte din haosul în care este întreţesută. Prin urmare, Legea creşterii entropiei nu exclude apariţia vieţii şi inteligenţei.

Pentru al doilea răspuns, trebuie să aruncăm o privire mai atentă asupra evoluţiei, aceasta fiind adevărata creatoare a inteligenţei.

Accelerarea exponenţială a evoluţiei

După cum îţi aminteşti, după miliarde de ani, a luat fiinţă o planetă banală, numită Pământ. Învolburate de energia Soarelui,

elementele au alcătuit molecule din ce în ce mai complexe. Din fizică s-a născut chimia.

Două miliarde de ani mai târziu, a apărut viaţa. Cu alte cuvinte, anumite tipare de materie şi energie care se puteau perpetua şi puteau supravieţui s-au perpetuat şi au supravieţuit. Remarcabil este însuşi faptul că această aparentă tautologie a trecut neobservată până în urmă cu câteva secole.

Cu timpul, tiparele au devenit mai complicate decât nişte simple lanţuri de molecule. Structurile moleculare care îndeplineau diverse funcţii s-au organizat în mici societăţi de molecule. Din chimie s-a născut biologia.

Astfel, cu aproximativ 3,4 miliarde de ani în urmă, pe Pământ au apărut primele organisme: procariotele (fiinţe unicelulare) anaerobe (care nu aveau nevoie de oxigen), înzestrate cu o metodă rudimentară de perpetuare a propriului model. Inovaţiile timpurii care au urmat au dus la un sistem genetic simplu – capacitatea de a înota şi fotosinteza – care a creat condiţiile pentru apariţia unor organisme mai avansate, consumatoare de oxigen. Cel mai important pas evolutiv pe parcursul următoarelor două miliarde de ani l-a reprezentat genetica bazată pe ADN, care de atunci încoace a călăuzit şi a consemnat procesul evolutiv.

O cerinţă-cheie pentru procesul evolutiv o reprezintă consemnarea „scrisă" a împlinirilor, căci altminteri respectivul proces ar fi condamnat să repete soluţii la probleme deja rezolvate. Pentru organismele timpurii, consemnarea a fost scrisă (întrupată) în corpurile lor, fiind codificată direct în alcătuirea chimică a structurilor celulare primitive. Odată cu inventarea geneticii bazate pe ADN, evoluţia a conceput un computer digital care să-i înregistreze activitatea artizanală. Această născocire a permis experimente şi mai complexe. Agregatele de molecule denumite celule s-au organizat în societăţi de celule care au luat aspectul primelor plante şi animale multicelulare, în urmă cu aproximativ 700 de milioane de ani. Pe parcursul următoarelor 130 de milioane de ani, au fost realizate planurile de fond ale corpurilor animalelor pe care le cunoaştem astăzi, incluzând un schelet bazat pe o coloană vertebrală, care le-a permis primilor peşti un stil eficient de înot.

Şi astfel, în timp ce evoluţia a avut nevoie de miliarde de ani pentru a concepe primele celule primitive, ulterior, în doar câteva sute de milioane de ani, au început să se producă evenimente cu totul remarcabile, care au ilustrat o accelerare clară a ritmului.[8] După ce o calamitate oarecare a eliminat complet dinozaurii, în urmă cu 65 de milioane de ani, Pământul a intrat în stăpânirea mamiferelor (cu toate că s-ar putea ca insectele să nu fie de acord cu asta).[9] Odată cu apariţia primatelor, progresul a început să se măsoare în milioane de ani.[10] Humanoizii au apărut în urmă cu 15 milioane de ani, distingându-se prin mersul biped, iar de atunci evoluţia a ajuns la milioane de ani.[11]

Dispunând de un creier mai mare şi mai ales de o regiune corticală extrem de complicată care se face răspunzătoare de gândirea raţională, specia noastră, *Homo sapiens*, a apărut probabil în urmă cu aproximativ 500.000 de ani. Sub aspectul moştenirii genetice, *Homo sapiens* nu se deosebeşte prea mult de alte primate avansate. ADN-ul său este în proporţie de 98,6 la sută identic cu al gorilei de câmpie şi în proporţie de 97,8 la sută la fel cu al urangutanului.[12] Povestea evoluţiei, începând din acest moment, se concentrează pe o variantă a evoluţiei girată de om: tehnologia.

Tehnologia: Evoluţie prin alte mijloace

Când un om de ştiinţă afirmă că un lucru este posibil, are aproape cu siguranţă dreptate. Când afirmă că ceva e imposibil, este foarte posibil să se înşele.

Singurul mijloc de a descoperi limitele posibilului este să te aventurezi ceva mai departe de ele, în imposibil.

Orice tehnologie suficient de avansată este imposibil de deosebit de magie.

– Arthur C. Clarke şi cele trei legi ale tehnologiei, care îi aparţin

Mașina este la fel de distinct, de strălucit și de expresiv umană ca o sonată de vioară sau ca teorema lui Euclid.

– Gregory Vlastos

Tehnologia se intensifică odată cu accelerarea exponențială a ritmului evoluției. Cu toate că nu este singurul animal care folosește unelte, *Homo sapiens* se distinge prin crearea tehnologiei.[13] Tehnologia trece dincolo de simpla fasonare și utilizare a uneltelor. Ea presupune o cronică a realizării uneltelor și un progres al sofisticării acestora, necesită invenție și este ea însăși o continuare a evoluției prin alte mijloace. „Codul genetic" al procesului evolutiv al tehnologiei este cronica ținută de speciile care au construit unelte. La fel cum codul genetic al formelor de viață timpurii a fost reprezentat simplu de compoziția chimică a organismelor propriu-zise, cronica scrisă a primelor unelte a constat în chiar uneltele respective. Ulterior, „genele" evoluției tehnologice au evoluat în cronici care foloseau limbajul scris, iar acum sunt adeseori stocate în baze de date computerizate. În ultimă instanță, însăși tehnologia va crea o nouă tehnologie. Dar să nu sărim prea departe deocamdată.

Povestea noastră se derulează acum în perioade de zeci de mii de ani. Au existat numeroase specii de *Homo sapiens*. *Homo sapiens neanderthalensis* a apărut cu aproximativ 100.000 de ani în urmă în Europa și în Orientul Mijlociu și apoi a dispărut misterios, cu aproximativ 35.000 până la 40.000 de ani în urmă. În ciuda imaginii lor de brute, neanderthalienii au creat și au practicat o cultură care includea ritualuri funerare elaborate – îngroparea morților cu decorațiuni, inclusiv flori. Nu știm foarte sigur ce s-a întâmplat cu verii noștri de Neanderthal, dar se pare că aceștia au intrat în conflict direct cu strămoșii noștri direcți, *Homo sapiens sapiens*, care au apărut în urmă cu aproximativ 90.000 de ani. Mai multe specii și subspecii de humanoizi au făcut primii pași în crearea tehnologiei. Cea mai isteață și mai agresivă dintre aceste subspecii a fost și singura care a supraviețuit. Acest fapt a instituit un model care avea să se repete în întreaga istorie a omului, prin faptul că

grupul cel mai avansat tehnologic sfârşeşte devenind dominant. Este posibil ca această tendinţă să nu prevestească ceva bun pe măsură ce maşinile ne vor depăşi ca inteligenţă şi sofisticare tehnologică în secolul XXI.

Subspecia noastră, *Homo sapiens sapiens,* a rămas singură, deci, printre umanoizi în urmă cu circa 40.000 de ani.

Strămoşii noştri moşteniseră deja de la speciile şi subspeciile hominide anterioare inovaţii cum ar fi consemnarea evenimentelor pe pereţii peşterilor, arta picturii, muzica, dansul, religia, limbajul avansat, focul şi armele. Timp de zeci de mii de ani, oamenii au creat unelte prin ascuţirea muchiei unei pietre. Specia noastră a avut nevoie de zeci de mii de ani ca să-şi dea seama că ascuţind pietrele pe mai multe părţi, muchiile rezultate constituiau o unealtă cu mult mai utilă. Un aspect semnificativ, pe de altă parte, este acela că respectivele inovaţii au apărut şi au durat. Niciun alt animal terestru care foloseşte unelte nu a demonstrat capacitatea de a crea şi de a păstra inovaţii legate de utilizarea uneltelor.

Celălalt aspect semnificativ este că tehnologia, asemenea evoluţiei formelor de viaţă care au generat-o, este în mod inerent un proces în accelerare. Fundamentele tehnologiei – de pildă realizarea unei muchii ascuţite la o piatră – au necesitat eoni întregi pentru a fi perfecţionate, cu toate că, în cazul tehnologiei create de om, eoni înseamnă doar mii de ani, spre deosebire de miliardele de ani necesare pentru declanşarea evoluţiei formelor de viaţă.

La fel ca în cazul evoluţiei vieţii, ritmul tehnologiei s-a accelerat foarte mult de-a lungul timpului.[14] Progresul tehnologiei în secolul al XIX-lea, de exemplu, l-a depăşit cu mult pe cel din secolele anterioare, cu construirea de canale şi de ambarcaţiuni de mari dimensiuni, cu apariţia drumurilor pavate, cu răspândirea căilor ferate, cu dezvoltarea telegrafului şi cu inventarea fotografiei, a bicicletei, maşinii de cusut, maşinii de scris, telefonului, fonografului, cinematografului, automobilului şi, desigur, a becului electric al lui Thomas Edison. Dezvoltarea exponenţială a tehnologiei în primele două decenii ale secolului XX a fost pe măsura celei din secolul al XIX-lea. Astăzi, beneficiem

de transformări majore în decurs de doar câțiva ani. Ca singur exemplu dintre multele posibile, cea mai recentă revoluție în domeniul comunicațiilor – rețeaua World Wide Web – nu exista în urmă cu câțiva ani.

Ce este tehnologia?

Fiind continuarea evoluției prin alte mijloace, tehnologia împărtășește cu aceasta fenomenul creșterii exponențiale a ritmului. Cuvântul derivă din greceștile *tekhne*, care înseamnă „meșteșug sau „artă", și *logia*, care înseamnă „studiu al...". Prin urmare, una dintre interpretările tehnologiei o reprezintă studiul meșteșugurilor, unde meșteșugurile se referă la modelarea resurselor în scop practic. Folosesc termenul „resurse" în loc de „materiale" deoarece tehnologia se extinde și la modelarea resurselor nemateriale, cum ar fi informația.

Adeseori, tehnologia este definită drept creare de unelte pentru câștigarea controlului asupra mediului. Însă această definiție nu este pe de-a-ntregul acoperitoare. Oamenii nu sunt singurele ființe care folosesc sau chiar creează unelte. Urangutanii din mlaștinile Suaq Balimbing din Sumatra își confecționează unelte din bețe lungi, pentru a deschide cuiburile de termite. Ciorile își fac unelte din bețe și frunze. Furnicile tăietoare de frunze amestecă frunze uscate cu salivă pentru a obține o pastă. Crocodilii folosesc rădăcini de copaci ca să-și ancoreze prada ucisă.[15]

Unică în cazul omului este aplicarea cunoștințelor – cunoștințele consemnate – la construirea uneltelor. Baza de cunoștințe reprezintă codul genetic al evoluției tehnologiei. Iar pe măsură ce tehnologia a evoluat, au evoluat și mijloacele de consemnare a acestor cunoștințe, de la tradițiile orale ale Antichității, la proiectele scrise ale meșteșugarilor din secolul al XIX-lea și la bazele de date pentru proiectarea asistată de calculator din anii 1990.

Tehnologia presupune de asemenea o transcendere a materialelor folosite pentru aplicarea ei. Atunci când elementele unei invenții sunt asamblate corect, ele dau un efect

încântător, care ajunge mult mai departe decât simplele componente. Când Alexander Graham Bell a conectat accidental doi tamburi mobili cu solenoizi (miezuri metalice înconjurate de conductori electrici) în anul 1875, rezultatul a depăşit cu mult materialele cu care lucra. Pentru prima oară, vocea umană a fost transportată, în mod magic cum a părut atunci, la depărtare. Cele mai multe asamblări exact asta şi sunt: asamblări aleatorii. Dar atunci când materialele – şi, în cazul tehnologiei moderne, informaţia – sunt asamblate corect, survine transcendenţa. Obiectul asamblat devine mult mai măreţ decât suma părţilor sale.

Acelaşi fenomen al transcendenţei funcţionează şi în artă, care poate fi considerată foarte bine o altă formă a tehnologiei umane. Când lemnul, lacul şi corzile sunt asamblate în mod adecvat, se obţine un rezultat minunat: o vioară, un pian. Când un asemenea dispozitiv este manipulat în mod corespunzător, apare o magie de alt gen: muzica. Muzica depăşeşte sunetele simple. Ea evocă un răspuns – cognitiv, emoţional, poate spiritual – din partea ascultătorului, ceea ce înseamnă o altă formă de transcendenţă. Toate artele împărtăşesc acelaşi scop: comunicarea dintre artist şi auditoriu. Comunicarea nu se referă la date pure, ci la elemente mult mai importante din grădina fenomenologică: sentimente, idei, experienţe, dorinţe. Semnificaţia greacă a lui *tekhne logia* include arta ca manifestare-cheie a tehnologiei.

Limbajul este o altă formă de tehnologie creată de om. Una dintre aplicaţiile primare ale tehnologiei este comunicarea, iar limbajul constituie fundamentul comunicării pentru *Homo sapiens*. Comunicarea este o abilitate fundamentală pentru supravieţuire. Ea permite familiilor şi comunităţilor umane să pună la punct strategii de cooperare în scopul învingerii obstacolelor şi adversarilor. Şi alte animale comunică. Maimuţele folosesc gesturi complicate şi diverse expresii faciale pentru a transmite mesaje. Albinele realizează dansuri complexe, sub formă de opturi aeriene, pentru a comunica unde anume poate fi găsit nectarul. Femelele

de broască de copac din Malaezia dansează step pentru a-şi semnala disponibilitatea. Crabii îşi mişcă cleştii într-un fel pentru avertizarea adversarilor şi într-un alt fel pentru curtare.[16] Dar aceste metode nu par să funcţioneze altfel decât prin obişnuita evoluţie pe baza ADN-ului. Acestor specii le lipseşte un mijloc de consemnare a mijloacelor lor de comunicare, astfel încât metodele rămân statice de la o generaţie la alta. Spre deosebire de ele, limbajul uman evoluează, la fel ca toate formele de tehnologie. Laolaltă cu tipurile de limbaj aflate în evoluţie, tehnologia a asigurat şi metodele, în permanentă evoluţie, de consemnare şi distribuire a limbajului uman.

Homo sapiens este unic pentru folosirea şi cultivarea tuturor formelor a ceea ce eu consider că înseamnă tehnologia: arta, limbajul şi maşinile, toate reprezentând evoluţie prin mijloace specifice. Din anii 1960 până în anii 1990, s-a afirmat că mai multe primate cărora li s-a făcut o enormă publicitate au ajuns să stăpânească abilităţi de limbaj specifice copiilor. Cimpanzeii Lana şi Kanzi apăsau şiruri de butoane care aveau înscrise pe ele simboluri. S-a spus că gorilele Washoe şi Koko foloseau limbajul american al semnelor. Mulţi lingvişti sunt însă sceptici în această privinţă, evidenţiind faptul că numeroase „propoziţii" ale primatelor reprezentau nişte harababuri, cum ar fi „Nim mănâncă, Nim mănâncă, mănâncă bea pe mine Nim, eu gumă, eu gumă, gâdilă pe mine, Nim joacă, tu mie banana eu banana ţie". Chiar dacă privim acest fenomen cu mai multă generozitate, el ar fi doar excepţia care confirmă regula. Primatele cu pricina nu au dezvoltat limbajele cu a căror utilizare au fost creditate şi n-au părut să îşi dezvolte spontan acele abilităţi, pe care le-au folosit în chip foarte limitat.[17] În cel mai bun caz, au luat parte în mod periferic la ceea ce este în continuare o invenţie exclusiv omenească – anume comunicarea printr-un mijloc recursiv (cu referire la sine însuşi), simbolic, *în evoluţie*, denumit limbaj.

Inevitabilitatea tehnologiei

Din momentul în care viaţa pune stăpânire pe o planetă, putem considera apariţia tehnologiei ca fiind inevitabilă. Capacitatea de extindere a puterii fizice a individului, ca să nu mai vorbesc de extinderea facultăţilor mintale, prin intermediul tehnologiei este în mod evident utilă pentru supravieţuire. Tehnologia a permis subspeciei noastre să îşi domine nişa ecologică. Tehnologia îi impune creatorului său două atribute: inteligenţa şi capacitatea fizică de manipulare a mediului. Vom discuta mai multe în Capitolul 4, „O nouă formă de inteligenţă pe Pământ", despre natura inteligenţei, dar este clar că aceasta reprezintă capacitatea de a folosi optim resurse limitate, inclusiv timpul. Această capacitate este inerent utilă pentru supravieţuire. Abilitatea de manipulare a mediului este de asemenea utilă; altminteri, organismul ar rămâne la mila mediului în ceea ce priveşte siguranţa, hrana şi satisfacerea celorlalte nevoi ale sale. Mai devreme sau mai târziu, în mod sigur va apărea un organism care va poseda ambele atribute.

Inevitabilitatea capacităţii de calcul

> *Nu este greşit ca omul să fie descris drept animalul care îşi produce uneltele. Născocirile sale timpurii în scopul supravieţuirii au fost unelte dintre cele mai simple şi rudimentare. Realizările lui de ultimă oră în materie de maşini, vizând nu doar eficientizarea mâinii, ci şi a intelectului, sunt întemeiate pe utilizarea unor unelte de ordin superior.*
>
> – Charles Babbage

Toate procesele fundamentale pe care le-am examinat – dezvoltarea Universului, evoluţia formelor de viaţă, ulterioara evoluţie a tehnologiei – au progresat într-o manieră exponenţială, unele încetinind, altele accelerându-se. Care este aici numitorul comun? De ce cosmologia, bunăoară, a încetinit exponenţial, în

timp ce evoluția s-a accelerat? Răspunsurile sunt surprinzătoare și fundamentale pentru înțelegerea secolului XXI.

Însă, înainte de a încerca să răspundem la aceste întrebări, să examinăm un alt exemplu foarte relevant al accelerării: dezvoltarea exponențială a capacității de calcul.

La începutul evoluției formelor de viață, organe specializate și-au dezvoltat capacitatea de a menține starea internă și de a răspunde diferențiat la stimulii externi. Începând de atunci, evoluția a vizat dezvoltarea unor sisteme nervoase din ce în ce mai complexe, având abilitatea de a stoca amintiri cuprinzătoare, de a recunoaște modele de stimuli vizuali, auditivi și tactili, precum și de a accesa niveluri de gândire din ce în ce mai sofisticate. Capacitatea de memorare și de rezolvare a problemelor – capacitatea de calcul – a constituit culmea evoluției organismelor multicelulare.

Aceeași valoare a capacității de calcul este valabilă și în cazul evoluției tehnologiei create de om. Sunt mult mai utile produsele care pot menține stările interne și pot răspunde diferențiat la condiții și situații în schimbare. Pe măsură ce s-au îndepărtat de stadiul de simple născociri menite să sporească abilitățile și forța omului, mașinile au început să acumuleze capacitatea de a memora și de a realiza operații logice. În Evul Mediu, au fost asamblate came, angrenaje și leviere simple, pentru a se obține automatele Renașterii europene. Calculatoarele mecanice, care au apărut pentru prima oară în secolul al XVII-lea, au devenit din ce în ce mai complexe, culminând cu primul calculator automat din Statele Unite, apărut în anul 1890. Computerele au jucat un rol crucial pe cel puțin un teatru al celui de-al Doilea Război Mondial și de atunci încoace s-au dezvoltat în ritm accelerat.

Ciclul de viață al unei tehnologii

Tehnologiile luptă pentru supraviețuire, evoluează și trec prin propriul ciclu de viață. Putem identifica șapte stadii distincte. Stadiul *precursor* reunește toate premisele unor tehnologii, iar visătorii pot să contemple reunirea lor. Pe de altă

parte, însă, nu considerăm visarea ca fiind echivalentă cu inventarea, chiar dacă visele sunt transpuse pe hârtie. Leonardo da Vinci a realizat schiţe convingătoare ale unor avioane şi automobile, însă nu se consideră că le-a şi inventat pe vreunele dintre ele.

Următorul stadiu, foarte faimos în cultura noastră, îl reprezintă *inventarea*, un interval foarte scurt, nu deosebit, sub unele aspecte, de procesul naşterii după o perioadă prelungită de travaliu. În cadrul lui, inventatorul combină curiozitatea, abilităţile ştiinţifice, hotărârea şi, de obicei, un strop de exhibiţionism în punerea laolaltă a metodelor menite să dea viaţă unei noi tehnologii.

Stadiul al treilea îl constituie *dezvoltarea*, în cursul căreia invenţia este protejată şi sprijinită de gardieni foarte pătimaşi (printre care se poate număra şi inventatorul). Adeseori, această etapă este mai însemnată decât inventarea propriu-zisă şi poate să implice creaţia adiţională, care poate dobândi o semnificaţie mai mare decât invenţia iniţială. Mulţi meseriaşi au construit cu mâinile trăsuri fără cai, însă abia inventarea producţiei de masă, care-i aparţine lui Henry Ford, a permis automobilului să capete rădăcini şi să înflorească.

Al patrulea stadiu este *maturitatea*. Deşi continuă să evolueze, tehnologia are de-acum o viaţă proprie şi a devenit o parte independentă şi consacrată a comunităţii. Poate să se întreţească atât de intim în textura vieţii, încât multor observatori să li se pară că va dura la nesfârşit. Asta generează o poveste interesantă la debutul următorului stadiu, pe care eu îl numesc stadiul *aspiranţilor*. Avem un „parvenit" care încearcă să eclipseze tehnologia mai veche. Susţinătorii săi îi anticipează prematur victoria. Cu toate că aduce anumite beneficii distincte, la o analiză se constată că tehnologiei mai noi îi lipseşte un element-cheie de funcţionalitate sau calitate. Când ea nu reuşeşte să disloce ordinea consacrată, conservatorii iau asta drept o dovadă a faptului că abordarea iniţială va dăinui într-adevăr etern.

De obicei, este vorba însă doar despre o victorie de scurtă durată a tehnologiei învechite. La scurt timp, cel mai adesea,

o altă nouă tehnologie reușește să ducă tehnologia inițială în stadiul adolescenței. În această parte a ciclului de viață, tehnologia își trăiește anii de maturitate într-un declin treptat, scopul și funcționalitatea de la început fiind de-acum preluate de un concurent mai agil. Acest stadiu poate să acopere între 10 și 15 la sută din ciclul de viață, cedând în cele din urmă în fața vechimii (exemple de azi: trăsurica trasă de un cal, clavecinul, mașina de scris și calculatorul electromecanic).

Ca ilustrare, să ne gândim la fonograf. La mijlocul secolului al XIX-lea, au existat mai mulți precursori ai acestuia, inclusiv fonoautograful lui Édouard-Léon Scott de Martinville, un dispozitiv care înregistra vibrațiile sonore sub forma unui model imprimat. Însă abia Thomas Edison a fost cel care, în 1877, a reunit toate elementele și a inventat primul aparat care putea să înregistreze și să reproducă sunete. Pentru a-l face disponibil în vederea comercializării, au fost necesare și alte perfecționări. Fonograful a devenit o tehnologie pe deplin matură în 1948, când Columbia a lansat discurile *long-play* (LP), cu 33 de ture pe minut, iar RCA Victor a lansat discul mic, cu 45 de ture pe minut. Rivalul a fost caseta cu bandă, lansată în anii 1960 și devenită populară în anii 1970. Partizanii timpurii au prezis că dimensiunile reduse ale casetelor și proprietatea de a fi șterse și reînregistrate vor face desuete discurile voluminoase și sensibile la zgârieturi.

În ciuda acestor beneficii evidente, casetele duc lipsă de acces aleatoriu (posibilitatea de redare a selecțiunilor într-o ordine stabilită) și sunt expuse propriilor forme de distorsionare și de lipsă de fidelitate. Abia la sfârșitul anilor 1980 și începutul anilor 1990, discul digital compact (CD) a dat lovitura mortală. În condițiile în care CD-ul oferea atât posibilitatea accesului aleatoriu, cât și un nivel de calitate apropiat de limitele sistemului auditiv uman, discul de fonograf a căzut, în prima jumătate a anilor 1990, în desuetudine. Deși produsă în continuare în cantități mici, tehnologia căreia i-a dat naștere Edison cu mai mult de un secol în urmă se apropie actualmente de vârsta antichităților.

Un alt exemplu este cartea tipărită, actualmente o tehnologie cât se poate de matură. Cartea „virtuală" bazată pe *software* se află în stadiul de pretendent. Suferind la capitolele rezoluţie, contrast, imposibilitate de a fi frunzărită, plus toate celelalte calităţi pe care le conferă hârtia şi cerneala, actuala generaţie de cărţi virtuale nu are capacitatea de a disloca tipăriturile pe hârtie. Cu toate acestea, însă, supremaţia cărţii pe hârtie va fi de scurtă durată, viitoarele generaţii de monitoare de computer urmându să vină cu alternative satisfăcătoare la hârtie.

Apariţia Legii lui Moore

Gordon Moore, un inventator al circuitelor integrate şi apoi preşedinte al companiei Intel, scotea în evidenţă în 1965 faptul că suprafaţa unui tranzistor (gravat pe un circuit integrat) se reduce cu aproximativ 50 la sută la fiecare douăsprezece luni. În 1975, s-a spus despre Moore că şi-a rectificat evaluarea, ducând-o de la douăsprezece la optsprezece luni. Moore susţine că actualizarea sa din 1975 a urcat la douăzeci şi patru de luni, iar această cifră pare să corespundă mai bine realităţii.

Legea lui Moore în acţiune	
Anul	Tranzistori pe cel mai nou cip* de computer al Intel
1972	3.500
1974	6.000
1978	29.000
1982	134.000
1985	275.000
1989	1.200.000
1993	3.100.000
1995	5.500.000
1997	7.500.000
**Consumer Electronics Manufacturers Association*	

Concluzia este că, la fiecare doi ani de zile, pe un circuit integrat se pot plasa de două ori mai mulți tranzistori. Acest fapt dublează atât numărul componentelor de pe un cip, cât și viteza acestuia. Cum costurile unui circuit integrat sunt relativ constante, rezultă că, la același preț, la fiecare doi ani se obține un număr dublu de circuite, care funcționează cu viteză dublă. Pentru multe aplicații, este vorba despre o cvadruplare a valorii. Observația rămâne adevărată pentru toate tipurile de circuite, de la cipurile de memorie, la procesoarele pentru computere.

Această observație plină de conținut intuitiv a devenit cunoscută drept Legea circuitelor integrate a lui Moore, iar remarcabilul fenomen guvernat de ea a dus la accelerarea capacității de calcul pe parcursul ultimilor patruzeci de ani. Dar cât de mult mai poate continua acest fenomen? Companiile producătoare de cipuri și-au exprimat încrederea într-un interval de valabilitate a Legii lui Moore de încă cincisprezece până la douăzeci de ani, prin continuarea practicilor lor de creștere continuă a rezoluției litografiei optice (un proces electronic similar developării fotografice) pentru reducerea dimensiunilor – măsurate actualmente în milionimi de metru – ale tranzistorilor și ale altor componente-cheie.[18] Pe urmă însă – după aproape șaizeci de ani –, această paradigmă se va nărui. Izolatorii tranzistorilor vor avea până atunci grosimea de doar câțiva atomi, așa că abordarea convențională a reducerii dimensiunilor lor nu va mai funcționa.

Și pe urmă?

Mai întâi, să observăm că creșterea exponențială a capacității de calcul nu a început cu Legea circuitelor integrate a lui Moore. În graficul intitulat „Creșterea exponențială a capacității de calcul, 1900-1998"[19], am plotat pe o diagramă exponențială, în care axa verticală reprezintă puterile lui 10 în viteze de calcul per cost pe unitate (măsurată prin numărul de „calcule pe secundă"), patruzeci și nouă de mașini de calcul notabile de pe parcursul secolului douăzeci. Fiecare punct din grafic reprezintă una dintre mașini. Primele cinci mașini au folosit tehnologie mecanică, fiind urmate de trei computere cu tehnologie electromecanică (bazată pe relee), care sunt urmate de unsprezece mașinii cu tuburi electronice cu vid, urmate de douăsprezece mașini cu tranzistori

discreţi. Numai ultimele optsprezece computere au folosit circuite integrate.

Pe urmă am aproximat o curbă la aceste puncte, denumită funcţie polinomială de ordinul patru, care permite până la patru inflexiuni. Cu alte cuvinte, nu am încercat să asociez acestor puncte o linie dreaptă, ci curba cea mai apropiată de ordinul patru. Şi totuşi, ceea ce am obţinut se apropie foarte mult de o linie dreaptă. O linie dreaptă pe un grafic exponenţial înseamnă o creştere exponenţială. O examinare atentă a tendinţei relevă faptul că această curbă are practic concavitatea în sus, indicând o mică ascensiune a ratei creşterii exponenţiale. Aceasta poate să rezulte din interacţiunea a două trenduri exponenţiale diferite, după cum voi arăta în Capitolul 6, „Construirea noilor creiere". Sau pot exista într-adevăr două niveluri de creştere exponenţială. Însă chiar şi dacă adoptăm un punct de vedere mai conservator, potrivit căruia există un singur nivel de accelerare, putem observa că creşterea exponenţială a capacităţii de calcul nu a început cu Legea circuitelor integrate a lui Moore, ci datează încă de la apariţia maşinii electrice de calcul, la începutul secolului XX.

Dispozitive mecanice de calcul

1. 1900	Analytical Engine
2. 1908	Hollerith Tabulator
3. 1911	Monroe Calculator
4. 1919	IBM Tabulator
5. 1928	National Ellis 3000

Computerele electromecanice (pe bază de relee)

6. 1939	Zuse 2
7. 1940	Bell Calculator Model 1
8. 1941	Zuse 3

Computerele cu tuburi electronice cu vid

9. 1943	Colossus

10. 1946	ENIAC
11. 1948	IBM SSEC
12. 1949	BINAC
13. 1949	EDSAC
14. 1951	Univac 1
15. 1953	Univac 1103
16. 1953	IBM 701
17. 1954	EDVAC
18. 1955	Whirlwind
19. 1955	IBM 704

Computerele cu tranzistori discreţi

20. 1958	Datamatic 1000
21. 1958	Univac II
22. 1959	Mobidic
23. 1959	IBM 7090
24. 1960	IBM 1620
25. 1960	DEC PDP-1
26. 1961	DEC PDP-4
27. 1962	Univac III
28. 1964	CDC 6600
29. 1965	IBM 1130
30. 1965	DEC PDP-8
31. 1966	IBM 360 Model 75

Computerele cu circuite integrate

32. 1968	DEC PDP-10
33. 1973	Intellec-8
34. 1973	Data General Nova
35. 1975	Altair 8800
36. 1976	DEC PDP-11 Model 70
37. 1977	Cray I
38. 1977	Apple II
39. 1979	DEC VAX 11Model 780
40. 1980	Sun-1

41. 1982	IBM PC
42. 1982	Compaq Portable
43. 1983	IBM AT-80286
44. 1984	Apple Macintosh
45. 1986	Compaq Deskpro 386
46. 1987	Apple Mac II
47. 1993	Pentium PC
48. 1996	Pentium PC
49. 1998	Pentium II PC

În anii 1980, mai mulţi observatori, inclusiv profesorul Hans Moravec de la Carnegie Mellon University, David Waltz de la Nippon Electric Company şi eu însumi, au constatat că creşterea exponenţială a capacităţii de calcul a computerelor a început cu mult înaintea inventării circuitelor integrate în 1958 şi chiar înaintea inventării tranzistorului în 1947.[20] Viteza şi densitatea capacităţii de calcul s-au dublat la fiecare trei ani la începutul secolului XX şi a ajuns la un singur an la sfârşitul secolului XX, indiferent de tipul de maşină folosit. Fapt remarcabil, această „Creştere exponenţială a capacităţii de calcul" a rămas valabilă cel puţin un secol, de la tehnologia electrică de calcul pe bază de cartele perforate folosită în anul 1890 pentru recensământul din Statele Unite, până la computerele pe bază de relee care au spart codul Enigma al naziştilor, la computerele bazate pe tuburi electronice cu vid din anii 1950, la maşinile pe bază de tranzistori din anii 1960 şi la toate generaţiile de circuite integrate din ultimele patru decenii. Computerele sunt de aproximativ o sută de milioane de ori mai puternice la acelaşi cost per unitate decât în urmă cu o jumătate de secol. Dacă industria automobilului ar fi realizat în ultimii cincizeci de ani acelaşi progres, actualmente un automobil ar trebui să coste o sutime de cent şi să aibă o viteză mai mare decât viteza luminii.

La fel ca în cazul oricărui fenomen de creştere exponenţială, evoluţiile sunt atât de lente la început, încât trec practic neobservate. În ciuda numeroaselor decenii de progres de la utilizarea primului echipament electric de calcul la recensământul din 1890, abia la mijlocul anilor 1960 a fost observat acest fenomen

Creșterea exponențială a capacității de calcul, 1900-1998

(cu toate că Alan Turing a avut o mică bănuială în privinţa asta în anii 1950). Chiar şi atunci, faptul a fost constatat doar de o comunitate restrânsă de ingineri şi oameni de ştiinţă specialişti în calculatoare. Astăzi, este suficient să treci în revistă reclamele la computere personale – sau anunţurile de jucării – din ziarul local ca să-ţi dai seama de îmbunătăţirea spectaculoasă a performanţei în privinţa preţului capacităţii de calcul de la lună la lună.

Prin urmare, Legea circuitelor integrate a lui Moore nu a fost prima, ci a cincea paradigmă referitoare la creşterea exponenţială a capacităţii de calcul, care actualmente a împlinit un secol de când se manifestă. Fiecare nouă paradigmă a apărut exact când a fost necesar să apară. Asta sugerează faptul că creşterea exponenţială nu va înceta odată cu sfârşitul valabilităţii Legii lui Moore. Însă răspunsul la întrebarea noastră legată de continuarea creşterii exponenţiale a capacităţii de calcul este fundamental pentru înţelegerea de către noi a secolului XXI. Prin urmare, pentru a ajunge la o înţelegere aprofundată a adevăratei naturi a acestei tendinţe, trebuie să ne întoarcem la întrebarea noastră anterioară privind natura exponenţială a timpului.

Legea timpului şi a haosului

> *Curgerea timpului este ceva real sau ar fi posibil ca sentimentul nostru de curgere a timpului să fie doar o iluzie care ascunde faptul că ceea ce este real reprezintă numai o vastă aducere aminte a momentelor?*
>
> *– Lee Smolin*

> *Timpul reprezintă mijlocul naturii de a împiedica producerea concomitentă a tuturor lucrurilor.*
>
> – Graffito

> *Lucrurile sunt mai asemănătoare cu ceea ce sunt acum decât au fost vreodată.*
>
> – Dwight Eisenhower

Gândeşte-te la următoarele tendinţe exponenţiale:

- Ritmul decelerat exponenţial urmat de univers, cu trei epoci în prima mie de miliardime de secundă, în timp ce evenimentele semnificative ulterioare au avut nevoie de mii de miliarde de ani.

  Ritmul decelerat exponenţial al dezvoltării unui organism. În prima lună de la concepţie, ne creşte corpul, capul şi chiar o coadă. În primele două luni, ne creşte creierul. După ce părăsim pântecul matern, maturizarea noastră, fizică şi mintală, este rapidă la început. În primul an de viaţă, învăţăm formele de bază ale mobilităţii şi comunicării. În aproximativ fiecare lună depăşim câte un reper. Ulterior, evenimentele-cheie se derulează mai lent, având nevoie de ani întregi şi apoi de decenii.

  Ritmul accelerat exponenţial al evoluţiei formelor de viaţă pe Pământ.

  Ritmul accelerat exponenţial al evoluţiei tehnologiei create de om, care a preluat modelul evoluţiei formelor de viaţă.

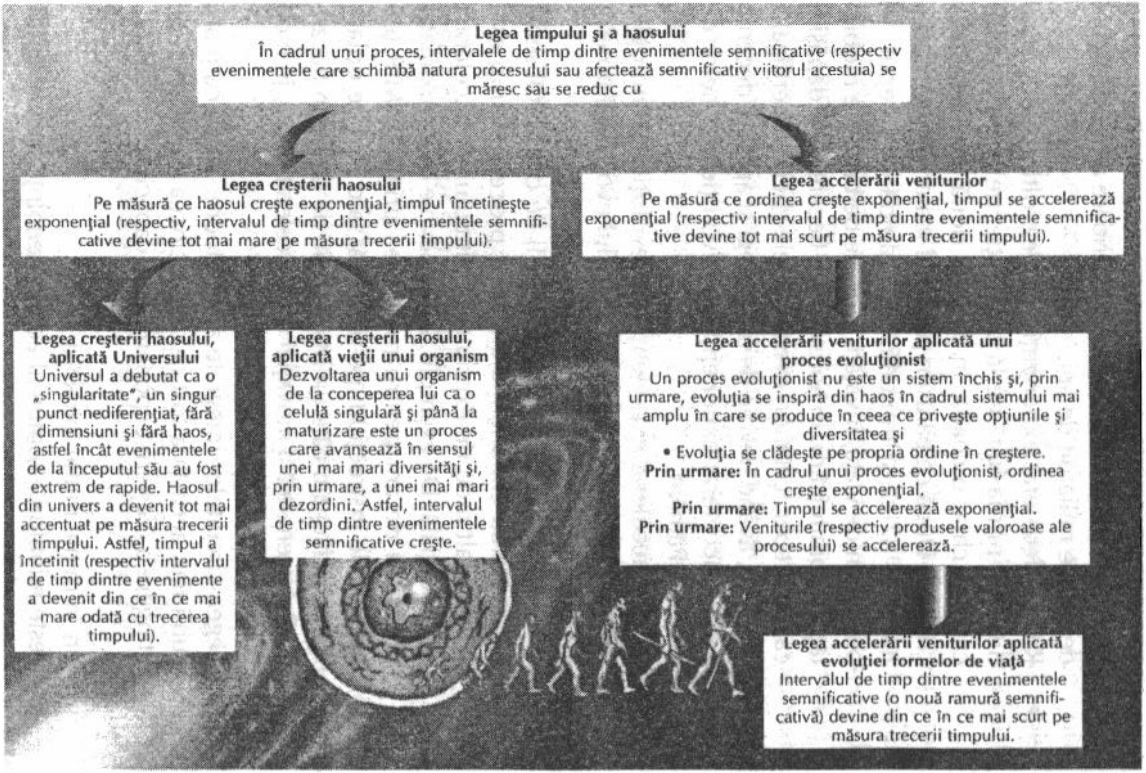
  Creşterea exponenţială a capacităţii de calcul. Observă că creşterea exponenţială a unui proces în timp este doar un alt mod de exprimare a ritmului de accelerare exponenţială. De exemplu, a fost nevoie de aproximativ nouăzeci de ani pentru realizarea primului MIP (un miliard de instrucţiuni pe secundă) la o mie de dolari. Acum, adăugăm câte un MIP la mia de dolari în fiecare zi. Rata generală a inovaţiei este accelerată şi ea, în mod evident.

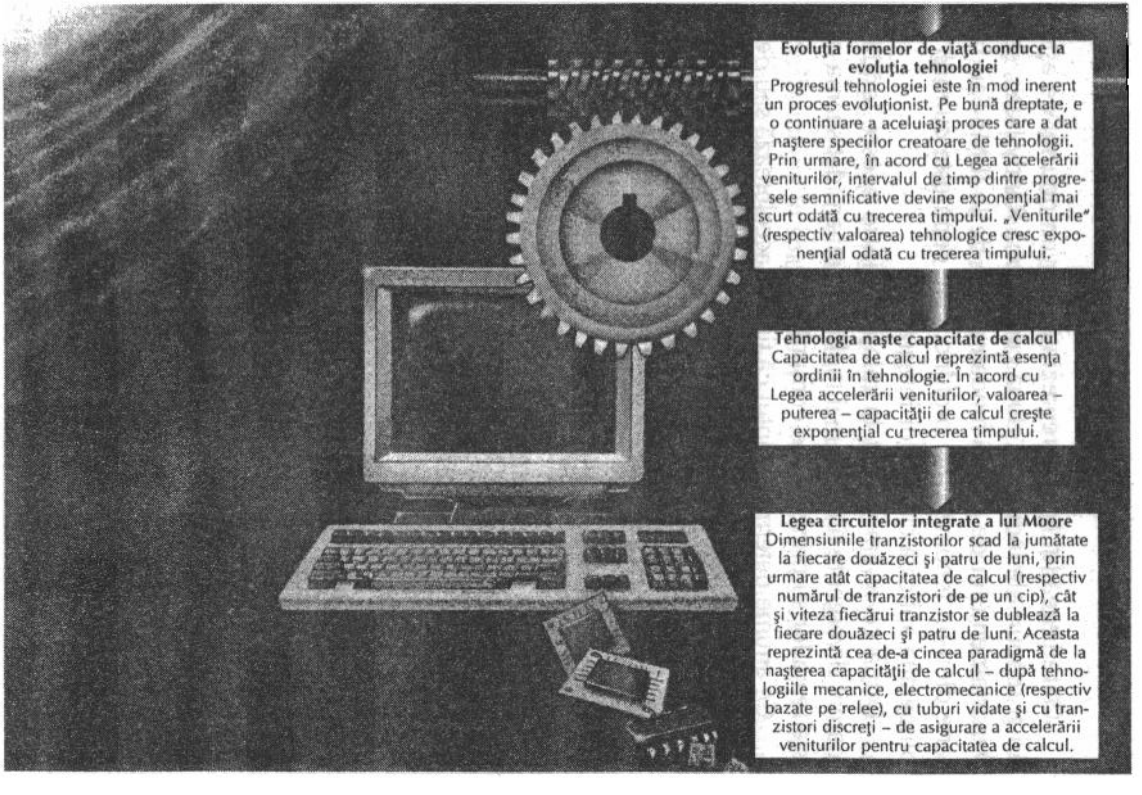
  Legea circuitelor integrate a lui Moore. După cum am subliniat, aceasta a fost cea de-a cincea paradigmă, de atingere a creşterii exponenţiale a capacităţii de calcul.

Îmi vin în minte multe întrebări:

Care este numitorul comun al acestor tendinţe exponenţiale atât de variate?

De ce unele dintre aceste procese accelerează, în timp ce altele încetinesc?


Legea timpului şi a haosului
În cadrul unui proces, intervalele de timp dintre evenimentele semnificative (respectiv evenimentele care schimbă natura procesului sau afectează semnificativ viitorul acestuia) se măresc sau se reduc cu
Legea creşterii haosului
Pe măsură ce haosul creşte exponenţial, timpul încetineşte exponenţial (respectiv, intervalul de timp dintre evenimentele semnificative devine tot mai mare pe măsura trecerii timpului).
Legea accelerării veniturilor
Pe măsură ce ordinea creşte exponenţial, timpul se accelerează exponenţial (respectiv intervalul de timp dintre evenimentele semnificative devine tot mai scurt pe măsura trecerii timpului).
Legea creşterii haosului, aplicată Universului
Universul a debutat ca o „singularitate", un singur punct nediferenţiat, fără dimensiuni şi fără haos, astfel încât evenimentele de la începutul său au fost extrem de rapide. Haosul din univers a devenit tot mai accentuat pe măsura trecerii timpului. Astfel, timpul a încetinit (respectiv intervalul de timp dintre evenimente a devenit din ce în ce mai mare odată cu trecerea timpului).
Legea creşterii haosului, aplicată vieţii unui organism
Dezvoltarea unui organism de la conceperea lui ca o celulă singulară şi până la maturizare este un proces care avansează în sensul unei mai mari diversităţi şi, prin urmare, a unei mai mari dezordini. Astfel, intervalul de timp dintre evenimentele semnificative creşte.
Legea accelerării veniturilor aplicată unui proces evoluţionist
Un proces evoluţionist nu este un sistem închis şi, prin urmare, evoluţia se inspiră din haos în cadrul sistemului mai amplu în care se produce în ceea ce priveşte opţiunile şi diversitatea şi
• Evoluţia se clădeşte pe propria ordine în creştere.
Prin urmare: În cadrul unui proces evoluţionist, ordinea creşte exponenţial.
Prin urmare: Timpul se accelerează exponenţial.
Prin urmare: Veniturile (respectiv produsele valoroase ale procesului) se accelerează.
Legea accelerării veniturilor aplicată evoluţiei formelor de viaţă
Intervalul de timp dintre evenimentele semnificative (o nouă ramură semnificativă) devine din ce în ce mai scurt pe măsura trecerii timpului.



Evoluția formelor de viață conduce la evoluția tehnologiei

Progresul tehnologiei este în mod inerent un proces evoluționist. Pe bună dreptate, e o continuare a aceluiași proces care a dat naștere speciilor creatoare de tehnologii. Prin urmare, în acord cu Legea accelerării veniturilor, intervalul de timp dintre progresele semnificative devine exponențial mai scurt odată cu trecerea timpului. „Veniturile" (respectiv valoarea) tehnologice cresc exponențial odată cu trecerea timpului.

Tehnologia naște capacitate de calcul

Capacitatea de calcul reprezintă esența ordinii în tehnologie. În acord cu Legea accelerării veniturilor, valoarea – puterea – capacității de calcul crește exponențial cu trecerea timpului.

Legea circuitelor integrate a lui Moore

Dimensiunile tranzistorilor scad la jumătate la fiecare douăzeci și patru de luni, prin urmare atât capacitatea de calcul (respectiv numărul de tranzistori de pe un cip), cât și viteza fiecărui tranzistor se dublează la fiecare douăzeci și patru de luni. Aceasta reprezintă cea de-a cincea paradigmă de la nașterea capacității de calcul – după tehnologiile mecanice, electromecanice (respectiv bazate pe relee), cu tuburi vidate și cu tranzistori discreți – de asigurare a accelerării veniturilor pentru capacitatea de calcul.

Şi ce ne spun toate acestea despre continuarea creşterii exponenţiale a capacităţii de calcul după moartea Legii lui Moore?

Oare Legea lui Moore reprezintă doar un nou set de aşteptări şi scopuri ale industriei, după cum afirmă Randy Isaac, şeful Departamentului de ştiinţe fundamentale de la IBM? Sau face parte dintr-un fenomen mai profund, care depăşeşte cu mult fotolitografia aplicată circuitelor integrate?

După ce m-am gândit la relaţiile dintre aceste tendinţe aparent divergente timp de mai mulţi ani, mi-am dat seama care este tema lor surprinzător de comună.

Ce anume determină faptul că timpul accelerează sau decelerează? Răspunsul logic este acela că timpul se deplasează în raport cu volumul de haos. Putem formula Legea timpului şi a haosului după cum urmează:

> *Legea timpului şi a haosului: În cadrul unui proces, intervalul de timp dintre evenimentele semnificative (respectiv, evenimentele care schimbă natura procesului sau afectează masiv viitorul procesului) se măreşte sau se contractă proporţional cu volumul de haos.*

Atunci când în cadrul unui proces există un mare volum de haos, procesul are nevoie de mai mult timp pentru producerea unor evenimente semnificative. Dimpotrivă, pe măsură ce ordinea creşte, intervalele de timp dintre evenimentele semnificative se reduc.

Trebuie să fim foarte atenţi aici la definirea haosului. Aceasta se referă la volumul de evenimente dezordonate (respectiv aleatorii) care sunt relevante pentru proces. Dacă avem de-a face cu mişcarea aleatorie a atomilor sau moleculelor unui gaz sau ale unui lichid, căldura reprezintă o mărime adecvată. Dacă avem de-a face cu procesul evoluţiei formelor de viaţă, haosul reprezintă evenimentele imprevizibile cu care se confruntă organismele şi mutaţiile aleatorii care sunt introduse în codul genetic.

Acum hai să vedem cum se aplică Legea timpului și a haosului la exemplele noastre. Dacă haosul crește, această lege impune următorul corolar:

> *Pe măsură ce haosul crește exponențial, timpul încetinește exponențial (respectiv intervalul de timp dintre evenimentele semnificative devine mai lung pe măsura trecerii timpului).*

Această lege se potrivește cât se poate de bine și Universului. Când Universul era doar o singularitate „nudă" – un unic punct perfect ordonat în spațiu și timp –, nu exista haos, iar evenimentele remarcabile aproape că nu aveau nevoie de timp. Pe măsură ce Universul a crescut în dimensiuni, haosul a sporit exponențial, la fel ca și scara timpului pentru schimbările epocale. Acum, în condițiile în care există miliarde de galaxii răspândite în spațiu pe mii de miliarde de ani-lumină, Universul conține haos în proporții vaste și, pe bună dreptate, are nevoie de miliarde de ani pentru a organiza totul în vederea producerii unei schimbări de paradigmă. Observăm un fenomen similar în desfășurarea vieții unui organism. Începem de la o singură celulă fertilizată, astfel încât haosul este limitat. Sfârșind cu mii de miliarde de celule, haosul sporește foarte mult. În cele din urmă, la finalul vieții, proiectul se deteriorează, generând un aleatoriu și mai mare. Așadar, perioada de timp dintre evenimentele biologice semnificative crește tot mai mult pe măsură ce îmbătrânim. Și exact aceasta este și experiența pe care o trăim.

Însă cea mai importantă și relevantă pentru scopurile noastre este spirala opusă Legii timpului și a haosului. Gândește-te la corolarul invers, pe care îl numesc Legea accelerării veniturilor.

> *Legea accelerării veniturilor: Pe măsură ce ordinea crește exponențial, timpul se accelerează exponențial (respectiv intervalul de timp dintre evenimentele semnificative devine din ce în ce mai scurt pe măsura trecerii timpului).*

Legea accelerării veniturilor (a nu se confunda cu o lege mai bine cunoscută, cea potrivit căreia veniturile se reduc) se aplică în mod specific proceselor evolutive. În cazul unui proces evolutiv, cea care creşte este ordinea – opusul haosului. Şi, după cum am văzut, timpul se accelerează.

Dezdezordinea

Am subliniat mai înainte că acest concept al haosului din Legea timpului şi a haosului este înşelător. Numai haosul nu este suficient – dezordinea, pentru scopurile noastre, necesită un aleatoriu relevant în privinţa procesului de care ne ocupăm. Opusul dezordinii – pe care l-am numit „ordine" în Legea accelerării veniturilor, anterior menţionată – este şi mai înşelător.

Să începem de la definiţia dezordinii şi pe urmă vom avansa în mod retrograd. Dacă dezordinea reprezintă o succesiune aleatorie de evenimente, atunci opusul dezordinii ar trebui să implice un „nu aleatoriu" Iar dacă aleatoriu înseamnă imprevizibil, atunci am putea să concluzionăm că ordinea înseamnă predictibilitate. Dar ar fi greşit.

Recurgând la o pagină din teoria informaţiei[21], să ne gândim la diferenţa dintre informaţie şi zgomot. Informaţia este o succesiune de date semnificative în cadrul unui proces, cum ar fi codul ADN al organismului nostru sau biţii dintr-un program de computer. Pe de altă parte, zgomotul este o succesiune aleatorie. *Nici zgomotul şi nici informaţiile nu sunt predictibile.* Zgomotul este în mod inerent impredictibil, dar nu transportă vreo informaţie. Şi informaţia este impredictibilă. Dacă am putea prevedea date viitoare, atunci datele viitoare ar înceta să mai reprezinte informaţii. De exemplu, să ne gândim la o succesiune în care alternează pur şi simplu zero cu unu (01010101...). O asemenea succesiune este în mod sigur ordonată şi foarte predictibilă. În special pentru că este atât de predictibilă, nu considerăm că e purtătoare de informaţie dincolo de primele perechi de biţi.

Prin urmare, ordonarea nu înseamnă ordine, deoarece ordinea are nevoie de informaţie. Prin urmare, probabil că ar trebui să folosesc cuvântul „informaţie" în loc de „ordine" Pe de

altă parte însă, informația singură nu este suficientă pentru scopurile noastre. Gândește-te la o carte de telefon. Sigur, ea înseamnă foarte multă informație, ca și o anumită ordine. Cu toate acestea însă, dacă dublăm dimensiunile unei cărți de telefon și-i mărim volumul de date, nu ajungem la un grad mai profund de ordine.

Așadar, ordinea înseamnă informație care corespunde unui scop. Măsura ordinii este măsura în care informația corespunde scopului. În evoluția formelor de viață, scopul este supraviețuirea. În cadrul unui algoritm evolutiv (un program de computer care simulează evoluția pentru rezolvarea unei probleme) aplicat, să spunem, investițiilor bursiere, scopul este câștigarea de bani. Simplul fapt că există mai multă informație nu se concretizează neapărat în faptul că aceasta ar corespunde mai bine scopului. O soluție superioară pentru un scop poate foarte bine să presupună mai puține date.

Conceptul de „complexitate" a fost utilizat recent pentru a descrie natura informației create de un proces evolutiv. Complexitatea corespunde rezonabil de bine conceptului de ordine pe care îl descriu. La urma urmelor, structurile create de evoluția formelor de viață pe Pământ par să fi devenit mai complexe cu trecerea timpului. Pe de altă parte însă, complexitatea nu înseamnă corespondență perfectă. Uneori, o ordine mai profundă – corespondența mai bună cu un scop – se obține prin simplificare și nu prin creșterea complexității. Așa cum a spus Einstein, „Totul ar trebui să devină cât mai simplu cu putință, dar nu mai simplist." De exemplu, o nouă teorie care reunește idei aparent disparate într-un singur ansamblu mai coerent nu reduce complexitatea, dar, cu toate acestea, poate să crească „ordinea pentru un scop" pe care o descriu eu. Evoluția a dovedit, pe de altă parte, că tendința generală către o ordine mai mare se concretizează în general într-o complexitate mai mare.[22]

Astfel, îmbunătățirea soluției la o problemă – care poate reduce sau crește complexitatea – sporește ordinea. Acum mai rămâne doar definirea problemei. Și, după cum vom vedea, definirea bună a unei probleme este adeseori cheia pentru găsirea soluției sale.

Legea creşterii entropiei vs. creşterea ordinii

Un alt considerent îl reprezintă modul în care Legea timpului şi a haosului se leagă de cea de-a doua Lege a termodinamicii. Spre deosebire de legea a doua, Legea timpului şi a haosului nu se referă neapărat la un sistem închis. În schimb, se referă la un proces. Universul e un sistem închis (nu este expus la influenţe exterioare, de vreme ce nu există nimic în afara lui), astfel încât, în acord cu Legea a doua a termodinamicii, haosul creşte, iar timpul încetineşte. În schimb, în mod sigur, evoluţia nu este un sistem închis. Se produce în mijlocul unui imens haos şi *depinde de dezordinea din sânul ei, din care îşi extrage opţiunile de diversitate.* Iar din aceste opţiuni, un proces evolutiv îşi distilează continuu posibilităţile de creare a unei ordini şi mai mari. Chiar şi o criză ce pare să lanseze o nouă sursă de haos are şanse să sfârşească crescând – adâncind – ordinea creată de un proces evolutiv. De exemplu, să ne gândim la asteroidul care se consideră că ar fi distrus organisme mari, cum erau dinozaurii, în urmă cu 65 de milioane de ani. Prăbuşirea acelui asteroid a generat brusc o imensă creştere a haosului (şi foarte mult praf). Cu toate acestea, se pare că a grăbit popularea de către mamifere a nişei dominate anterior de reptilele mari şi în cele din urmă a dus la apariţia speciilor creatoare de tehnologie. După depunerea prafului (literalmente), criza asteroidului a sporit ordinea.

După cum am subliniat anterior, chiar şi o mică fracţiune din materia Universului şi chiar şi o planetă micuţă cu posibilităţi de găzduire a vieţii – şi tehnologiei – cum este Pământul pot fi considerate părţi ale invenţiilor evoluţiei. Prin urmare, evoluţia nu contrazice Legea creşterii entropiei. Mai degrabă se bazează pe ea pentru asigurarea unui aport nesfârşit de opţiuni.

Aşa cum am semnalat, dată fiind manifestarea vieţii, apariţia unor specii creatoare de tehnologie – şi a tehnologiei – este inevitabilă. Tehnologia înseamnă continuarea evoluţiei prin alte mijloace şi este ca atare un proces evolutiv. Prin urmare, şi ea se accelerează.

Un motiv principal al accelerării evoluţiei – formelor de viaţă sau tehnologiei – este acela că se întemeiază pe propria

creştere a ordinii. Inovaţiile realizate de evoluţie încurajează şi permit o evoluţie mai rapidă. În cazul evoluţiei formelor de viaţă, cel mai notabil exemplu îl reprezintă ADN-ul, care constituie o transcriere consemnată şi protejată a proiectului vieţii, din care se pot lansa alte experimente.

În cazul evoluţiei tehnologiei, metodele umane, în continuă îmbunătăţire, de consemnare a informaţiilor au dezvoltat şi mai mult tehnologia. Primele computere au fost proiectate pe hârtie şi asamblate cu mâna. Astăzi, sunt proiectate pe instalaţii computerizate, computerul însuşi rezolvând multe dintre detaliile proiectului următoarei generaţii, iar apoi sunt produse în fabrici complet automatizate, sub conducere umană, dar cu intervenţii directe limitate.

Procesul evolutiv al tehnologiei urmăreşte să amelioreze capacităţile în mod exponenţial. Inovatorii încearcă să îmbunătăţească lucrurile prin părţile componente. Inovaţia este legată de părţile componente, nu de adăugare. Tehnologia, asemenea oricărui proces evolutiv, se întemeiază pe ea însăşi. Acest aspect va continua să se accelereze când tehnologia însăşi va prelua controlul deplin asupra propriului său progres.

Putem concluziona, prin urmare, următoarele în privinţa evoluţiei formelor de viaţă şi a tehnologiei.

Legea accelerării veniturilor aplicată unui proces de evoluţie:

- *Un proces de evoluţie nu este un sistem închis; prin urmare, evoluţia se bazează pe haosul din sistemul mai mare în care se produce, pentru a-şi asigura opţiunile de diversitate şi*
  Evoluţia se întemeiază pe propria ordine în creştere continuă.

Prin urmare:

- *Într-un proces evolutiv, ordinea creşte exponenţial.*

Prin urmare:

- *Timpul se accelerează exponenţial.*

Prin urmare:

- *Veniturile (respectiv, produsele valoroase ale procesului) se accelerează.*

Fenomenul încetinirii şi accelerării timpului are loc simultan. Vorbind dintr-un punct de vedere cosmologic, Universul continuă să încetinească. Evoluţia, acum cel mai uşor de observat sub forma tehnologiei create de om, continuă să se accelereze. Acestea sunt cele două feţe – două spirale întrepătrunse – ale Legii timpului şi a haosului.

Spirala care ne interesează cel mai mult – Legea accelerării veniturilor – ne dă o ordine şi mai mare în tehnologie, ceea ce inevitabil conduce la apariţia capacităţii de calcul. Capacitatea de calcul este esenţa ordinii. Ea îi oferă tehnologiei posibilitatea de a răspunde într-o manieră variabilă şi adecvată la mediul său, de a-şi îndeplini misiunea. Astfel, tehnologia capacităţii de calcul este tot un proces evolutiv şi se întemeiază de asemenea pe propria evoluţie. Intervalul de timp necesar pentru realizarea unui obiectiv fixat devine exponenţial mai scurt odată cu trecerea timpului (de exemplu, nouăzeci de ani pentru primul MIP de o mie de dolari, faţă de o singură zi pentru un MIP suplimentar în zilele noastre). Faptul că puterea de calcul creşte exponenţial cu trecerea timpului reprezintă doar un alt mod de a spune acelaşi lucru.

Aşadar cum rămâne cu Legea lui Moore?

Ei bine, tot moartă va fi până în anul 2020. Legea lui Moore a apărut în anul 1958, adică exact atunci când a fost necesară, şi va împlini în 2018 şaizeci de ani de serviciu, o perioadă de timp destul de îndelungată, în zilele noastre, pentru o paradigmă. Pe de altă parte însă, spre deosebire de Legea lui Moore, Legea accelerării veniturilor nu este o metodologie temporară. Ea este un atribut de bază al naturii timpului şi haosului – un corolar al Legii timpului şi haosului – şi descrie o gamă largă de fenomene şi tendinţe aparent divergente. Potrivit Legii accelerării veniturilor, o altă tehnologie de calcul va prelua ştafeta, fără nicio întârziere, de unde o va lăsa Legea lui Moore.

Majoritatea tendințelor exponențiale ajung într-o fundătură... dar nu aceasta

O critică frecventă a predicțiilor se referă la faptul că acestea se bazează pe extrapolări absurde ale tendințelor actuale, fără a ține seama de forțele care pot să pună capăt sau să modifice tendințele respective. Această critică este relevantă în special în cazul tendințelor exponențiale. Un exemplu clasic îl poate reprezenta o specie care ajunge întâmplător într-un nou habitat ospitalier, poate transplantată acolo prin intervenția omului (iepuri în Australia, să spunem). Pentru o vreme, numărul exemplarelor speciei crește exponențial, însă acestui fenomen i se pune brusc capăt atunci când populația aflată în explozie se confruntă cu un nou prădător sau cu limitele mediului său. În mod similar, creșterea geometrică a populației propriei noastre specii a devenit o sursă de anxietate, dar schimbarea factorilor sociali și economici, inclusiv creșterea prosperității, au încetinit foarte mult această expansiune în ultimii ani, chiar și în țările în curs de dezvoltare.

Curba de învățare: Melc contra *om*

„Curba de învățare" descrie stăpânirea unei aptitudini în timp. Atunci când o entitate – melc sau om – învață o nouă aptitudine, aceasta se întemeiază pe ea însăși și astfel curbele de învățare debutează arătând asemenea creșterii exponențiale descrise în Legea accelerării veniturilor. Însă aptitudinile tind spre limitare, astfel încât, pe măsură ce noua aptitudine este luată în stăpânire, devine valabilă Legea diminuării veniturilor, iar creșterea nivelului de stăpânire e stopată. Astfel, curba de învățare este ceea ce se numește o curbă în S, deoarece reprezentarea creșterii exponențiale urmate de nivelare se aseamănă unui S aplecat ușor spre dreapta.

Curba de învățare este remarcabil de universală: le este proprie celor mai multe ființe multicelulare. Melcii, de exemplu, urmează această curbă atunci când învață cum să urce în copaci în căutare de frunze. Omul, desigur, învață permanent ceva nou.

Însă există o diferenţă semnificativă între om şi melc. Omul este capabil de inovaţie, care înseamnă crearea şi reţinerea de noi aptitudini şi cunoştinţe. Inovaţia reprezintă forţa motrice a Legii accelerării veniturilor şi elimină partea de palier a curbei S. Prin urmare, inovaţia transformă curba S într-o expansiune exponenţială nedefinită.

Învingerea curbei S este un alt mod de exprimare a statutului unic al speciei umane. Nicio altă specie nu pare să facă acest lucru. De ce suntem unici în acest mod, în condiţiile în care alte primate se află atât de aproape de noi sub aspectul similitudinilor genetice?

Motivul este acela că abilitatea de a înfrânge curba S defineşte o nouă nişă biologică. După cum am punctat, au existat într-adevăr alte specii şi subspecii humanoide capabile de inovaţie, dar nişa pare să fi tolerat un singur competitor supravieţuitor. Vom avea însă companie în secolul XIX, când maşinile ni se vor alătura în această nişă exclusivistă.

În temeiul acestui fapt, unii observatori se grăbesc să prezică decesul creşterii exponenţiale a capacităţii de calcul.

Însă creşterea prezisă de Legea accelerării veniturilor este o excepţie a frecvent citatelor limitări ale creşterii exponenţiale. Chiar şi o catastrofă, de felul celei care s-ar părea că s-a abătut asupra conlocuitorilor noştri reptilieni la sfârşitul perioadei cretacice, nu ar face decât să ocolească procesul evolutiv, care apoi ar aduna cioburile şi ar continua neabătut (dacă nu ar fi anulat în întregime). Un proces evolutiv se accelerează deoarece se întemeiază pe realizările sale anterioare, care includ ameliorările propriilor mijloace de continuare a evoluţiei. În evoluţia formelor de viaţă, pe lângă codificarea genetică bazată pe ADN, inovaţia reprezentată de reproducerea sexuală a asigurat mijloace mai bune de experimentare cu diverse caracteristici în cadrul unei populaţii altminteri omogene. Instituţia proiectării corpului animalelor moderne în „explozia cambriană", petrecută cam cu 570 de milioane de ani în urmă, i-a permis evoluţiei să se concentreze asupra unor caracteristici de înalt nivel, cum ar fi funcţia

cerebrală extinsă. Invenţiile evoluţiei dintr-o eră asigură mijloacele şi adeseori inteligenţa necesare inovaţiei din următoarea.

Legea accelerării veniturilor se aplică la fel de bine procesului evoluţionist al capacităţii de calcul, care va creşte în mod inerent exponenţial şi în esenţă fără limite. *Cele două resurse de care are nevoie – ordinea crescândă a însăşi tehnologiei ce evoluează şi haosul din care îşi extrage opţiunile orice proces de evoluţie – sunt nelimitate.* Mai presus de orice, inovaţia necesară pentru realizarea de noi paşi înainte va veni chiar din partea maşinilor.

Cum va continua să se accelereze capacitatea de calcul dacă moare Legea lui Moore? Abia începem să explorăm a treia dimensiune în proiectarea cipurilor. Majoritatea cipurilor din zilele noastre sunt plate, în vreme ce creierul este organizat tridimensional. Trăim într-o lume tridimensională, aşa că de ce nu ne-am folosi de cea de-a treia dimensiune? Perfecţionarea materialelor semiconductoare, inclusiv a circuitelor supraconductoare care nu generează căldură, ne va permite să creăm cipuri – respectiv, cuburi – cu mii de straturi de circuite care, combinate cu geometrii mult mai mici ale componentelor, vor îmbunătăţi capacitatea de calcul cu un ordin de câteva milioane. Şi există mai mult decât suficiente noi tehnologii de calcul care aşteaptă pe mantinelă – nano, optice, cristaline, ADN şi cuantice (pe care le vom trece în revistă în Capitolul 6, „Construirea noilor creiere") – pentru a menţine în acţiune multă vreme, în lumea capacităţii de calcul, Legea accelerării veniturilor.

O afacere planetară

Introducerea tehnologiei pe Pământ nu este o simplă afacere privată a uneia dintre nenumăratele specii terestre. Este un eveniment cardinal din istoria planetei. Cea mai mare creaţie a evoluţiei – inteligenţa omului – asigură mijloacele pentru următorul stadiu al acestei evoluţii, care este tehnologia. Naşterea tehnologiei este înscrisă în Legea accelerării veniturilor. Subspecia *Homo sapiens sapiens* a apărut la numai câteva zeci de mii de ani după strămoşii săi umani. Potrivit Legii accelerării veniturilor,

următorul stadiu evolutiv ar trebui să măsoare evenimentele semnificative în milenii, interval de timp prea scurt pentru o evoluţie bazată pe ADN. Acest nou stadiu al evoluţiei a fost creat în mod obligatoriu de însăşi inteligenţa umană, un alt exemplu de motor exponenţial al evoluţiei care îşi foloseşte inovaţiile dintr-o perioadă (fiinţa umană) pentru crearea celei ce urmează (maşinile inteligente). Evoluţia îşi extrage opţiunile de inovare din marele haos aflat în sânul ei – entropia în continuă creştere, guvernată de caracterul percutant al Legii timpului şi haosului. Aceste două fire ale Legii timpului şi haosului – timpul încetinind exponenţial ca urmare a accentuării haosului, proces prevăzut de Legea a doua a termodinamicii; şi timpul accelerându-se exponenţial ca urmare a creşterii ordinii produse de evoluţie – coexistă fără limite. În particular, resursele de evoluţie, ordine şi haos sunt nelimitate. Accentuez acest aspect deoarece este crucial pentru înţelegerea naturii evolutive – şi revoluţionare – a tehnologiei computerelor.

Apariţia tehnologiei a fost un reper în evoluţia inteligenţei pe Pământ, deoarece a reprezentat un nou mijloc al evoluţiei de a-şi consemna realizările. Viitorul reper va fi crearea de către tehnologie a propriei generaţii următoare, fără intervenţie umană. Faptul că aceste două repere sunt separate de o perioadă de doar câteva zeci de mii de ani reprezintă un nou exemplu de accelerare exponenţială a ritmului, adică de evoluţie.

Inventatorul şahului şi împăratul Chinei

Pentru a înţelege implicaţiile acestei tendinţe (sau ale altora), este util să ne amintim de legenda inventatorului şahului şi a stăpânului său, împăratul Chinei. Împăratul s-a îndrăgostit atât de mult de acest nou joc, încât i-a oferit inventatorului lui, drept recompensă, orice şi-ar fi dorit din imperiu.

— Doar un bob de orez în primul pătrat, Maiestate.

— Doar un bob de orez?

— Da, Maiestate, doar un bob de orez în primul pătrat şi două boabe de orez în al doilea pătrat.

— Asta-i tot – un bob şi încă două boabe de orez?

— Păi, bine, şi patru boabe în al treilea pătrat şi aşa mai departe.

Împăratul a acceptat pe loc cererea aparent umilă a inventatorului. O versiune a poveştii spune că suveranul a ajuns la sapă de lemn din cauză că dublarea numărului de boabe pentru fiecare pătrat a dus în cele din urmă la 18 milioane de miliarde de boabe de orez. La zece boabe de orez pe şase centimetri pătraţi, ar fi fost nevoie de culturi de orez care să acopere dublul suprafeţei Pământului, inclusiv oceanele.

Cealaltă versiune a poveştii spune că inventatorul şi-a pierdut capul. Nu este clar încă spre care rezultat să ne îndreptăm.

Există însă un lucru pe care ar trebui să-l observăm: Cât timp împăratul şi inventatorul au parcurs prima jumătate a tablei de joc, totul s-a petrecut cât se poate de calm. La capătul a treizeci şi două de pătrate, împăratul îi dăduse inventatorului în jur de patru miliarde de boabe de orez. Era o cantitate rezonabilă – aproximativ echivalentul unei culturi mari –, iar împăratul a început să fie atent.

Totuşi, împăratul încă mai putea fi împărat. Şi inventatorul încă mai putea să îşi păstreze capul pe umeri. Abia când s-au îndreptat către a doua jumătate a tablei de şah, cel puţin unul dintre ei a dat de belea.

Aşadar, unde ne aflăm acum? De la construirea primelor computere funcţionale, în anii 1940, s-au produs aproape treizeci şi două de dublări ale vitezei şi capacităţii lor de procesare. În acest moment, ne aflăm în punctul în care am terminat prima jumătate a tablei de şah. Şi, într-adevăr, oamenii încep să fie atenţi.

Acum, pe măsură ce ne îndreptăm către secolul următor (cel actual, n.tr.), ne îndreptăm şi către a doua jumătate a tablei de şah. Iar de aici, lucrurile încep să devină într-adevăr interesante.

ÎN REGULĂ, STAI AŞA SĂ MĂ ASIGUR CĂ AM ÎNŢELES BINE, CONCEPEREA MEA CA OU FERTILIZAT A FOST CAM CA BIG-BANG-UL PENTRU UNIVERS, ADICĂ LUCRURILE AU ÎNCEPUT SĂ SE PETREACĂ FOARTE RAPID, APOI AU MAI ÎNCETINIT ŞI ACUM AU ÎNCETINIT DE-A BINELEA?

Este o formulare logică: în prezent, intervalul de timp dintre repere este mult mai mare decât era când te-ai născut, ca să nu mai vorbesc despre momentele când erai doar făt.

AI SPUS CĂ UNIVERSUL A CUNOSCUT TREI SCHIMBĂRI DE PARADIGMĂ ÎN PRIMA MILIARDIME DE SECUNDĂ. CHIAR ATÂT DE RAPID SE MIŞCAU LUCRURILE LA ÎNCEPUTURILE MELE?

Nu chiar atât de rapid. Universul a debutat ca o singularitate, ca un singur punct care nu ocupa spaţiu şi care, prin urmare, nu conţinea niciun pic de haos. În consecinţă, primul eveniment major, care a fost crearea Universului, nu a avut nicio durată în timp. Universul fiind încă foarte mic, evenimentele s-au derulat extrem de rapid. Noi nu începem de la un singur punct, ci de la o celulă cât se poate de complexă. Ea are ordine, însă, comparativ cu un singur punct din spaţiu, în ea există şi foarte multă activitate aleatorie. Aşadar, primul eveniment major al nostru în calitate de organisme, care este prima mitoză a oului fecundat, se măsoară în ore, nu în miliardimi de secundă. Lucrurile încetinesc în raport cu acest timp.

DAR EU AM SENTIMENTUL CĂ TIMPUL SE ACCELEREAZĂ. ANII TREC CU MULT MAI REPEDE ACUM, DECÂT PE VREMEA CÂND ERAM MIC. NU CUMVA AI PRICEPUT TOTUL EXACT PE DOS?

Da, păi, experienţa subiectivă este exact opusul realităţii obiective.

SIGUR. CUM DE NU M-AM GÂNDIT LA ASTA?

Dă-mi voie să lămuresc ceea e vreau să spun. Realitatea obiectivă este realitatea observatorului care urmăreşte procesul din exterior. Dacă urmărim dezvoltarea unui individ, vom observa că evenimentele semnificative se produc foarte rapid la început, dar ulterior reperele sunt mai risipite, aşa că spunem că timpul încetineşte. Pe de altă parte, experienţa subiectivă este experienţa procesului propriu-zis, presupunând, desigur, că procesul este conştient. Ceea ce, în cazul tău, este adevărat. Cel puţin, presupun că este adevărat.

MULȚUMESC.

Sub aspect subiectiv, percepția timpului este afectată de distanțarea reperelor.

REPERE?

Da, cum ar fi dezvoltarea corpului și a creierului.

ȘI NAȘTEREA?

Sigur, este un reper. Pe urmă când înveți să te ridici, să mergi, să vorbești...

ÎN REGULĂ.

Putem considera fiecare unitate de timp subiectivă ca fiind echivalentul intervalului față de un reper. Deoarece reperele noastre sunt din ce în ce mai distanțate pe măsură ce îmbătrânim, unitatea subiectivă de timp va reprezenta un orizont de timp mai îndelungat pentru un adult decât pentru un copil. Prin urmare, pe măsură ce îmbătrânim, avem sentimentul că timpul trece mai repede. Adică un interval de timp de câțiva ani ca adult poate fi perceput drept comparabil cu câteva luni pentru un copil mic. Astfel, un interval de timp lung pentru un adult și un interval scurt pentru un copil reprezintă aceeași durată subiectivă de timp sub aspectul derulării evenimentelor semnificative. Desigur, intervalele lungi și scurte reprezintă de asemenea fracțiuni comparabile ale vieților lor trecute.

AȘADAR, ASTFEL SE EXPLICĂ DE CE TIMPUL TRECE MAI REPEDE CÂND MĂ DISTREZ?

Ei bine, poate să fie relevant pentru un fenomen. Dacă cineva trăiește o experiență în cursul căreia se petrec multe evenimente semnificative, experiența respectivă poate părea mult mai îndelungată decât o perioadă de timp mai liniștită. Din nou, măsurăm timpul subiectiv în funcție de experiențele semnificative.

DECI, DACĂ MI SE PARE CĂ TRECEREA TIMPULUI ESTE ACCELERATĂ CÂND ÎN MOD OBIECTIV ESTE ÎNCETINITĂ, ATUNCI EVOLUȚIA AR CONSTATA ÎN MOD SUBIECTIV CĂ

TRECEREA TIMPULUI ESTE ÎNCETINITĂ, CÂND EA ESTE DE FAPT ACCELERATĂ OBIECTIV VORBIND, AM ÎNŢELES BINE?

Da, dacă evoluţiile ar fi conştiente.

PĂI, ŞI SUNT SAU NU?

Nu avem cum să ştim cu adevărat, însă spirala timpului evoluţiei se deplasează în direcţie opusă faţă de entităţile pe care le considerăm în general conştiente, cum ar fi oamenii. Cu alte cuvinte, evoluţia debutează lent şi se accelerează cu timpul, în vreme ce dezvoltarea unei persoane debutează rapid şi apoi încetineşte. Pe de altă parte însă, Universul îşi are propria spirală a timpului, care se deplasează în aceeaşi direcţie cu noi, organismele, astfel încât ar fi mai logic să spui că Universul este conştient. Şi dacă stau să mă gândesc mai bine, aruncă o oarecare lumină asupra celor ce s-au petrecut înainte de Big Bang.

CHIAR MĂ GÂNDEAM LA ASTA.

Privind înapoi în timp şi apropiindu-ne mai mult de evenimentul Big Bang-ului, haosul se reduce până la zero. Aşadar, din perspectiva subiectivă, timpul se prelungeşte. Pe bună dreptate, pe măsură ce ne întoarcem în timp şi ne apropiem de Big Bang, timpul subiectiv se apropie de infinit. Prin urmare, nu este posibil să ne întoarcem în timp dincolo de o infinitate subiectivă a timpului.

MI-AI LUAT O MARE GREUTATE DE PE INIMĂ. DAR STAI PUŢIN, AI SPUS CĂ DERULAREA EXPONENŢIALĂ A UNUI PROCES DE EVOLUŢIE SE PETRECE LA NESFÂRŞIT. CHIAR NU O POATE OPRI NIMIC?

Numai o catastrofă care anulează întregul proces.

CUM AR FI UN RĂZBOI ATOMIC TOTAL?

Este unul dintre scenarii, dar în secolul următor (XXI, n.tr.) ne vom confrunta cu o pleiadă de alte „moduri de eşec" Vom discuta despre acest subiect în capitolele care urmează.

DE-ABIA AŞTEPT. ACUM SPUNE-MI, CE LEGĂTURĂ ARE LEGEA ACCELERĂRII VENITURILOR CU SECOLUL XIX?

Tendințele exponențiale sunt extraordinar de puternice, dar înșelătoare. Șovăiesc eoni de-a rândul aproape fără niciun efect. Însă, din momentul în care ajung la inflexiunea curbei, erup cu o furie neîntreruptă. În ceea ce privește tehnologia computerelor și impactul ei asupra societății umane, această inflexiune se apropie odată cu noul mileniu. Uite, am o întrebare pentru tine.

SPUNE.

Cine ești tu de fapt?

PĂI, SUNT CITITORUL.

Desigur. Ei bine, mă bucur că îți aduci contribuția la carte câtă vreme mai este timp să faci acest lucru.

ȘI EU MĂ BUCUR. DAR SPUNE-MI, NU AI DAT FINALUL POVEȘTII ÎMPĂRATULUI. DECI ÎMPĂRATUL ÎȘI PIERDE IMPERIUL SAU INVENTATORUL ÎȘI PIERDE CAPUL?

Am două finaluri, așa că pur și simplu nu știu.

POATE CĂ AU AJUNS LA O SOLUȚIE DE COMPROMIS. S-AR PUTEA CA INVENTATORUL SĂ SE MULȚUMEASCĂ DOAR CU O PROVINCIE DIN CHINA, SĂ SPUNEM.

Da, ar fi un rezultat bun. Și poate că ar fi o parabolă chiar mai bună pentru secolul XXI.

Capitolul doi

INTELIGENŢA EVOLUŢIEI

Iată încă o întrebare hotărâtoare pentru înţelegerea secolului XXI: *Poate o inteligenţă să creeze o altă inteligenţă mai inteligentă decât ea însăşi?*

Hai mai întâi să analizăm procesul inteligent care ne-a creat pe noi: evoluţia.

Evoluţia este un maestru programator. A fost prolifică, prin faptul că a conceput milioane de specii, de o diversitate şi o inventivitate care îţi taie respiraţia. Şi aceasta doar aici, pe Pământ. Programele de computer au fost scrise toate şi au fost înregistrate, sub formă de date digitale, în structura chimică a unei molecule ingenioase denumite acid dezoxiribonucleic sau ADN. Acest acid a fost descris pentru prima oară de J.D. Watson şi E.H.C. Crick în anul 1953, ca fiind un dublu helix, format dintr-o pereche de şiruri elicoidale de polinucleotide, cu doi biţi de informaţie codificată în fiecare treaptă a scării spirale, codificarea fiind realizată prin alegerea nucleotidelor.[1] Această memorie principală *„read only"* controlează vastul mecanism al vieţii.

Susţinută de o coloană vertebrală torsionată de zahăr-fosfat, molecula ADN constă într-un număr cuprins între câteva zeci şi câteva milioane de trepte, fiecare dintre ele fiind codificată cu o literă reprezentând o nucleotidă, literă extrasă dintr-un alfabet cu patru litere de perechi de bază (adenin-tiamină, tiamin-adenină, citozin-guanină şi guanin-citozină). ADN-ul este o moleculă lungă – ar măsura până la 1,8 metri dacă ar fi întinsă –, dar este înfăşurată într-o spirală complexă, cu diametrul de numai 1/1.000 dintr-un centimetru.

Mecanismul de extragere a còpiilor programului ADN se realizează prin alte mijloace speciale, cu ajutorul unor molecule organice numite enzime, care scindează fiecare pereche de bază şi apoi asamblează două molecule ADN identice, refăcând perechile de bază scindate. Alte mici mecanisme chimice verifică

pe urmă validitatea copiei prin controlarea integrității asocierilor perechilor de bază. Rata de eroare a acestor transferuri chimice de procesare a informațiilor este de aproximativ una la un milion de replicări de perechi de bază. Mai există și alte coduri de redundanță și corectare a erorilor, astfel încât greșelile semnificative sunt rare. Mai scapă însă unele, dintre care majoritatea provoacă defecte ale unei singure celule. Erorile apărute la o celulă fetală inițială pot însă să provoace defecte la naștere ale noului organism. La intervale foarte mari de timp, un asemenea defect aduce un avantaj și acest nou program genetic poate eventual să fie preferat, datorită ameliorării posibilităților de supraviețuire a organismului respectiv și a urmașilor săi.

Codul ADN controlează detaliile semnificative ale construcției fiecărei celule din organism, inclusiv formele și procesele de la nivel celular și pe cele ale organelor formate din aceste celule. Printr-un proces numit translație, alte enzime translatează informația ADN codificată, prin construirea de proteine. Proteinele sunt cele care definesc structura, comportamentul și inteligența fiecărei celule în parte și ale organismului în ansamblul său.[2]

Acest mecanism de calcul este în același timp remarcabil de complex și uimitor de simplu. Numai patru perechi de bază asigură stocarea datelor pentru asigurarea complexității milioanelor de forme de viață de pe Pământ, de la bacteriile primitive până la ființa umană. Ribozomii – mici molecule gen bandă de înregistrare – citesc codul și sintetizează proteine din numai douăzeci de aminoacizi. Flectarea sincronizată a fibrelor musculare, interacțiunile biochimice complicate de la nivelul sângelui, structura și funcționarea creierului și toate celelalte diverse funcții ale ființelor de pe Pământ sunt programate prin acest cod eficient.

Dispozitivul genetic de procesare a informațiilor este dovada existenței nanoingineriei (mecanisme care construiesc atom cu atom), deoarece mecanismul vieții se desfășoară într-adevăr la nivel atomic. Moleculele infime care constau în câteva zeci de atomi codifică fiecare bit de informație și realizează transcrierea, detectarea erorilor și corectarea funcțiilor. Construirea practică a materiei organice este realizată atom cu atom prin construirea lanțurilor de aminoacizi.

Aşa înţelegem noi *hard*-ul motorului înzestrat cu capacitate de calcul care propulsează viaţa pe Pământ. Pe de altă parte, ne aflăm abia la începutul descifrării *soft*-ului. Deşi prolifică, evoluţia a fost un programator neglijent. Ne-a lăsat codul-obiect (miliarde de biţi de date codificate), dar nu există nici un cod-sursă de nivel superior (specificaţii într-un limbaj pe care să-l putem înţelege), nici un comentariu explicativ, nici un fişier „Ajutor", nici o documentaţie, nici un manual de utilizator. Prin intermediul Proiectului Genomului Uman, suntem pe cale să scriem *soft*-ul de 6 miliarde de biţi al codului genetic uman şi să identificăm şi codurile aparţinând câtorva mii de alte specii.[3] Dar prelucrarea prin retroinginerie a *soft*-ului genomului – înţelegerea funcţionării sale – este un proces lent şi laborios, iar noi ne aflăm abia la începutul lui. Însă, pe măsură ce facem acest lucru, descoperim baza de procesare a informaţiei pentru boli, maturizare şi îmbătrânire, obţinând în acelaşi timp mijloacele de corectare şi rafinare a invenţiei nefinalizate a evoluţiei.

În afara lipsei de documentaţie de care suferă, evoluţia a fost şi un programator foarte ineficient. Cea mai mare parte a *soft*-ului – 97 la sută, potrivit estimărilor actuale – nu operează; cu alte cuvinte, cele mai multe dintre succesiuni nu produc proteine şi par să fie inutile. Asta înseamnă că partea activă a *soft*-ului este de numai aproximativ 23 de gigabiţi, adică mai puţini decât ai *soft*-ului pentru Microsoft Word. De asemenea, *soft*-ul este plin de redundanţe. De exemplu, o succesiune aparent fără sens denumită Alu, care însumează 300 de caractere de nucleotide, apare de 300.000 de ori în genomul uman, reprezentând mai mult de 3 la sută din programul nostru genetic.

Teoria evoluţiei afirmă că modificările de programare sunt introduse, în principiu, aleatoriu. Schimbările sunt evaluate în vederea reţinerii, prin supravieţuirea întregului organism şi prin capacitatea lui de reproducere. Cu toate acestea, programul genetic nu controlează o singură caracteristică „experimentată", ci milioane de alte caracteristici. Supravieţuirea celui mai bine adaptat pare să reprezinte o tehnică brută, capabilă să se concentreze doar asupra uneia sau a cel mult câteva caracteristici în acelaşi timp. Deoarece imensa majoritate a schimbărilor

înrăutățește lucrurile, poate părea surprinzător faptul că această tehnică funcționează.

Acest fapt vine în contrast cu abordarea umană convențională a programării *soft*-urilor, situație în care schimbările sunt concepute avându-se în vedere un scop, pot fi introduse mai multe schimbări concomitent, iar modificările operate sunt testate prin concentrarea asupra fiecăreia în parte și nu prin supraviețuirea *soft*-ului în ansamblul său. Dacă am încerca să ne îmbunătățim *soft*-urile așa cum s-ar părea că își îmbunătățește evoluția proiectul, *soft*-urile noastre ar ceda din cauza aleatoriului.

Este remarcabil faptul că, prin concentrarea asupra câte unui aspect odată, au putut fi realizate structuri extrem de complexe, cum ar fi ochiul uman. Unii observatori au postulat faptul că un proiect de o asemenea complexitate este imposibil de dus la îndeplinire prin metoda îmbunătățirilor individuale folosită de evoluție. Proiecte atât de complexe cum sunt ochiul și inima umană ar părea că au necesitat o metodologie de concepere prin care să fi fost realizate dintr-o singură încercare.

Pe de altă parte, faptul că un proiect precum ochiul conține multe aspecte în interacțiune nu elimină posibilitatea creării sale printr-un proces care să fi suferit câte o mică îmbunătățire individuală. În cursul vieții intrauterine, fătul pare să treacă printr-un proces de evoluție, deși încă rămâne o problemă dacă acest proces constituie sau nu un corolar al fazelor de evoluție care au condus la apariția subspeciei noastre. Totuși, cei mai mulți studenți la medicină învață că ontogeneza (dezvoltarea fetală) recapitulează filogeneza (evoluția grupurilor de organisme înrudite, cum ar fi specia). S-ar părea că ne începem viața intrauterină prezentând similitudini cu embrionii de pești, progresăm la amfibii, apoi la mamifere și așa mai departe. Fără legătură cu controversa filogenezei, în istoria evoluției putem vedea schițele de proiect intermediare pe care le-a făcut aceasta pe parcursul proiectării unor mecanisme aparent „desăvârșite", cum ar fi ochiul uman. Deși se concentrează individual asupra câte unui subiect, evoluția este capabilă să conceapă proiecte uimitoare, cu numeroase componente care interacționează între ele.

Pe de altă parte însă, există un dezavantaj al metodei fracţionate de proiectare a evoluţiei: nu poate să realizeze uşor reproiectări complete. S-a blocat, de exemplu, la viteza foarte slabă de calcul a creierului mamiferelor. Dar există o cale de ocolire a acestui neajuns, după cum vom vedea în Capitolul 6, „Construirea noilor creiere".

Evoluţia evoluţiei

Există şi anumite mijloace prin care evoluţia şi-a perfecţionat propriile mijloace de evoluţie. În mod evident, însăşi codificarea pe baza ADN-ului reprezintă unul dintre aceste mijloace. În cadrul acestui cod însă, au mai fost dezvoltate şi alte strategii. Anumite elemente de proiectare, cum ar fi forma ochilor, sunt codificate astfel încât să facă mai puţin posibile mutaţiile. Mecanismele de detectare şi corectare a erorilor înglobate în codul ADN fac foarte puţin probabile schimbările la nivelul acestor aspecte. Asigurarea integrităţii proiectului pentru anumite caracteristici fundamentale a evoluat, deoarece oferă un avantaj – modificările acestor caracteristici sunt, în general, catastrofale. Alte elemente, cum ar fi numărul şi dispunerea celulelor fotosensibile cu conuri şi bastonaşe de la nivelul retinei, au mai puţine măsuri de siguranţă din proiectare incluse în cod. Dacă examinăm dosarul evoluţiei, observăm, într-adevăr, mai multe modificări recente ale organizării retinei decât ale formei ochiului. Prin urmare, din anumite puncte de vedere, strategiile de evoluţie au evoluat. Legea accelerării veniturilor spune că aşa ar şi trebui, deoarece perfecţionarea propriilor strategii reprezintă principalul mod în care se dezvoltă un proces evolutiv.

Prin simularea evoluţiei, putem confirma de asemenea capacitatea procesului evolutiv de proiectare „pas cu pas" de a realiza proiecte ingenioase cu multe elemente aflate în interacţiune. Un exemplu îl reprezintă simularea asistată de computer a evoluţiei formelor de viaţă, intitulată *Network Tierra* şi concepută de Thomas Ray, biolog şi expert în domeniul pădurilor tropicale.[4] „Fiinţele" lui Ray sunt simulări computerizate ale unor organisme formate din „celule" care au, fiecare, propriul cod genetic

asemănător ADN-ului. Organismele concurează între ele pentru spațiul și resursele energetice simulate și limitate ale mediului lor înconjurător, simulat și el.

Un aspect unic al acestei lumi artificiale îl reprezintă faptul că „ființele" beneficiază liber, prin intermediul internetului, de 150 de computere, care sunt, potrivit lui Ray, asemenea „insulelor unui arhipelag". Unul dintre scopurile cercetării este să facă să se înțeleagă cum a fost posibilă explozia a diverse planuri de corpuri, produsă pe Pământ în Cambrian, în urmă cu aproximativ 570 de milioane de ani. „Este extraordinar să urmărești derularea evoluției", a exclamat Ray urmărindu-și ființele cum evoluau de la nivelul de organisme nespecializate unicelulare până la cel de organisme multicelulare, prezentând o creștere a diversității cel puțin modestă. S-ar părea că Ray a identificat echivalentele paraziților, imunității și interacțiunilor sociale brute. Una dintre limitările admise ale simulării lui Ray a reprezentat-o absența complexității în mediul simulat. Un rezultat intuitiv al acestei cercetări sugerează necesitatea existenței unui mediu suficient de haotic, ca resursă-cheie necesară pentru impulsionarea evoluției, resursă extrem de abundentă în lumea reală.

O aplicație practică a evoluției este domeniul algoritmilor evolutivi, în care milioane de *soft*-uri în evoluție concurează unele cu altele într-un proces evolutiv simulat, prin aceasta folosindu-se inerenta inteligență a evoluției pentru rezolvarea problemelor lumii reale. Deoarece inteligența evoluției este slabă, o concentrăm și o amplificăm la fel cum lupa concentrează razele difuze ale Soarelui. Vom discuta mai mult referitor la această abordare redutabilă a proiectării *soft*-urilor în Capitolul 4, „O nouă formă de inteligență pe Pământ"

Coeficientul de inteligență al evoluției

Mai întâi, să aducem laude evoluției. A creat o multitudine de proiecte de o indescriptibilă frumusețe, complexitate și eleganță, ca să nu mai vorbim de eficiență. Pe bună dreptate, unele teorii ale esteticii definesc frumusețea ca fiind gradul de succes în imitarea frumuseții naturale pe care a făurit-o evoluția. Aceasta a

creat fiinţele omeneşti cu creierele lor inteligente, fiinţe suficient de deştepte ca să-şi creeze propria tehnologie inteligentă.

Inteligenţa evoluţiei pare vastă. Sau nu? Are un neajuns – evoluţia este foarte lentă. Deşi e adevărat că a realizat proiecte remarcabile, a avut nevoie de un interval de timp extrem de lung pentru asta. I-au trebuit eoni pentru demararea procesului şi, în cazul evoluţiei formelor de viaţă, eonii au însemnat miliarde de ani. Strămoşii noştri umani au avut nevoie de asemenea de eoni întregi pentru a demara procesul creării de tehnologie, dar pentru noi eonii au însemnat numai zeci de mii de ani – o clară îmbunătăţire. Oare durata necesară pentru rezolvarea unei probleme sau realizarea unui proiect inteligent este relevantă pentru evaluarea inteligenţei? Aşa par să creadă autorii testelor care măsoară coeficientul nostru de inteligenţă, motiv pentru care majoritatea acestor teste sunt cronometrate. Noi considerăm că rezolvarea unei probleme în doar câteva secunde este mai bună decât soluţionarea ei în câteva ore sau în câţiva ani. Periodic, aspectul timpului în testele de inteligenţă dă naştere unor controverse, dar nu ar trebui să fie aşa. Viteza unui proces inteligent este un aspect valid al evaluării acestuia. Dacă pe corneea mea stângă apare brusc un animal mare, arcuit, asemănător unei pisici şi căţărat pe creanga unui copac, conceperea unei tactici evazive într-o secundă sau două este preferabilă cântăririi acestei provocări timp de câteva ore. Dacă şeful îţi cere să concepi un program de marketing, probabil că nu vrea să te aştepte o sută de ani. Viking Penguin a vrut ca această carte să fie livrată într-o secundă, nu în mileniul trei.[5]

Evoluţia a acumulat un extraordinar palmares de proiecte, dar a avut nevoie de un interval de timp extraordinar de mare pentru asta. Dacă punem aceste realizări faţă în faţă cu ritmul greoi, cred că trebuie să concluzionăm că, de fapt, coeficientul de inteligenţă al evoluţiei a fost doar infinitezimal mai mare decât zero. Un coeficient de inteligenţă doar cu puţin mai mare decât zero (definind comportamentul cu adevărat arbitrar ca fiind zero) este suficient pentru ca evoluţia să înfrângă entropia şi să realizeze proiecte extraordinare, cu condiţia să aibă la dispoziţie suficient de mult timp, la fel cum un dezechilibru infinit de mic între

materie și antimaterie a fost suficient pentru a permite materiei să își depășească aproape complet antiteza.

Prin urmare, evoluția este doar cu o cuantă mai isteață decât un comportament complet neinteligent. Motivul pentru care algoritmii evolutivi creați de om sunt eficienți este acela că grăbim timpul de un milion sau de un miliard de ori, ca să-i concentrăm și să-i focalizăm puterea altminteri difuză. În schimb, oamenii sunt mai isteți decât stupiditatea totală nu doar cu o cuantă (desigur, punctul tău de vedere poate să difere în funcție de ultimele știri).

Ciclul de viață al tehnologiei

Ce spune Legea timpului și a haosului despre sfârșitul Universului? O teorie afirmă că Universul își va continua expansiunea la infinit. Pe de altă parte, dacă există suficientă materie, forța propriei gravitații îi va stopa Universului expansiunea, conducând la o „mare sfârâmare" finală. Asta, desigur, dacă nu cumva există o forță antigravitațională. Sau dacă „factorul născocit" al „constantei cosmologice" a lui Einstein este suficient de mare. A trebuit să scriu acest paragraf de trei ori pe parcursul ultimelor luni, deoarece fizicienii nu se pot hotărî odată. Cele mai recente speculații favorizează expansiunea Universului la nesfârșit.

Personal, prefer ideea unui univers care se resoarbe în sine însuși, ca fiind mai plăcută din punct de vedere estetic. Asta ar însemna că Universul și-ar inversa expansiunea și ar ajunge înapoi la singularitate. Putem specula că ar intra din nou în expansiune și apoi iar în contracție, într-un ciclu nesfârșit. Cele mai multe lucruri din univers par să evolueze în cicluri și atunci de ce nu ar face-o și Universul însuși? În aceste condiții, Universul ar putea fi considerat o particulă ondulatorie infimă într-un univers mult mai mare. Iar acel univers, la rândul lui, ar putea fi o particulă vibratorie într-un univers și mai mare. Pe de altă parte, particulele ondulatorii infime din Universul nostru pot fi socotite, fiecare, mici universuri, vibrațiile lor durând fracțiuni de trilionimi de secundă

în Universul nostru, dar reprezentând miliarde de ani de expansiune şi contracţie în acel univers infim. Şi fiecare particulă din aceste universuri infime ar putea să fie... bine, în regulă, mă cam las dus de val.

Cum se poate desparge o cană?

Să spunem că Universul îşi inversează expansiunea. Faza de contracţie are caracteristici opuse fazei de expansiune în care ne aflăm noi acum. În mod evident, haosul din univers ar descreşte pe măsură ce Universul ar deveni tot mai mic. Îmi dau seama că aşa ar fi ţinând cont că punctul final, care este singularitatea lipsită de dimensiuni, este, prin urmare, lipsit de dezordine.

Considerăm că timpul se deplasează într-o singură direcţie deoarece procesele desfăşurate în decursul lui nu sunt în general reversibile. Dacă spargem o cană, ne este foarte dificil s-o despargem. Motivul este legat de a doua lege a termodinamicii. Deoarece entropia totală poate să crească dar nu descreşte niciodată, timpul are direcţie. Spargerea unei căni amplifică aleatoriul. Despargerea ei ar viola a doua lege a termodinamicii. Cu toate acestea, în faza de contracţie a Universului, haosul descreşte, aşa că ar trebui să considerăm că direcţia timpului se inversează.

Acest fapt inversează toate procesele din timp, transformând evoluţia în regresie. În cursul celei de-a doua jumătăţi a duratei Universului, timpul curge invers. Aşadar, dacă îţi spargi cana preferată, încearcă s-o faci când ne apropiem de mijlocul duratei Universului. Ar trebui să vezi cum ţi se desparge cana atunci când trecem în faza de contracţie a Universului.

Dacă în această fază de contracţie timpul se scurge invers, ceea ce noi (care trăim în faza de expansiune a Universului) aşteptăm să fie marea sfărâmare ar fi, de fapt, un Big Bang pentru fiinţele care ar trăi (în timpul ce s-ar scurge invers) în faza de contracţie. Gândeşte-te la

perspectiva acestor ființe ale timpului inversat, care ar trăi în ceea ce noi considerăm că ar reprezenta faza de contracție a Universului. Din perspectiva lor, ceea ce apreciem a fi faza a doua ar reprezenta, de fapt, prima fază, timpul scurgându-se în direcție opusă. Prin urmare, din perspectiva lor, în această fază, Universul s-ar afla în expansiune, nu în contracție. Așadar, dacă ipoteza că „Universul se va contracta în cele din urmă" este corectă, tot corect ar fi să spun și că Universul este limitat în timp de două Big Bang-uri, evenimentele curgând în direcții opuse ale timpului pentru fiecare Big Bang și întâlnindu-se la mijloc. Ființele care ar trăi în ambele faze ar putea spune că se află în prima jumătate a istoriei Universului, de vreme ce pentru ele ambele faze ar părea să se deruleze în acea primă jumătate. Și, în ambele jumătăți ale duratei Universului, Legea entropiei, Legea timpului și a haosului și Legea accelerării veniturilor (aplicată evoluției) ar fi valabile, cu precizarea că timpul s-ar scurge în direcții opuse.[6]

Sfârșitul timpului

Și dacă Universul se va afla în expansiune la infinit? Ar însemna că stelele și galaxiile își vor epuiza în cele din urmă energia, lăsând în urmă un univers cu stele moarte, într-o expansiune fără sfârșit. Aceasta ar reprezenta o mare brambureală – foarte mult aleatoriu – și niciun strop de ordine logică, astfel încât, potrivit Legii timpului și haosului, timpul ar ajunge treptat să se oprească. În consecință, dacă un univers mort înseamnă că nu va exista nicio ființă vie care să fie conștientă de existența lui, atunci atât perspectiva mecanicii cuantice, cât și perspectiva subiectivă răsăriteană[7] ar părea să implice faptul că Universul ar înceta să existe.

Din punctul meu de vedere, niciuna dintre concluzii nu este pe deplin corectă. La finalul acestei cărți, îți voi împărtăși perspectiva mea cu privire la ce se va petrece la sfârșitul Universului. Dar nu trage cu ochiul!

Gândeşte-te la sofisticarea creaţiilor noastre pe o perioadă de numai câteva mii de ani. În ultimă instanţă, maşinile noastre vor egala şi vor depăşi inteligenţa umană, indiferent cum ai vrea să defineşti sau să măsori acest termen eluziv. Chiar dacă termenele mele de timp nu sunt corecte, puţini observatori serioşi care au studiat subiectul susţin că, de fapt, computerele nu vor egala şi depăşi niciodată inteligenţa umană. Oamenii au biruit în foarte mare măsură evoluţia şi astfel au realizat în numai câteva mii de ani la fel de mult sau mai mult decât a realizat evoluţia în miliarde de ani. Prin urmare, inteligenţa umană, produs al evoluţiei, este cu mult mai inteligentă decât creatorul ei.

La fel, inteligenţa pe care o creăm va ajunge să depăşească inteligenţa creatorilor ei. Nu este cazul deocamdată. Dar, aşa cum va demonstra restul acestei cărţi, se va petrece cât de curând – în termeni de evoluţie sau chiar în termeni de istorie umană – şi în cursul vieţii celei mai mari părţi a cititorilor acestei cărţi. O prevede Legea accelerării veniturilor. Mai mult, aceasta prevede că progresul capacităţilor la maşinile create de om se va accelera în continuare. Specia umană care creează o tehnologie inteligentă este un alt exemplu de progres al evoluţiei, întemeiat pe el însuşi. Evoluţia a creat inteligenţa umană. Acum, inteligenţa concepe maşini inteligente într-un ritm cu mult mai rapid. Şi un alt exemplu va apărea atunci când tehnologia noastră inteligentă va prelua controlul asupra creării unei tehnologii mai inteligente decât ea însăşi.

ÎN CHESTIA ASTA CU VIAŢA, AM ÎNCEPUT DE LA O SINGURĂ CELULĂ, CORECT?

Exact.

ŞI PE URMĂ NE DEZVOLTĂM DEVENIND CEVA ASEMĂNĂTOR CU UN PEŞTE, APOI CU UN AMFIBIU ŞI ÎN CELE DIN URMĂ CU UN MAMIFER ŞI AŞA MAI DEPARTE – ŞTII CUM E, ONTOGENEZA RECAPITULEAZĂ...

Filogeneza, da.

DECI E FIX CA EVOLUȚIA, CORECT? TRECEM PRIN EVOLUȚIE ÎN BURTA MAMEI.

Da, asta e teoria. Cuvântul filogeneză derivă din *phylum*...

DAR AI SPUS CĂ ÎN CAZUL EVOLUȚIEI TIMPUL SE ACCELEREAZĂ. NUMAI CĂ ÎN CAZUL VIEȚII UNUI ORGANISM, TIMPUL ÎNCETINEȘTE.

Ah, da, te-ai prins la fix, pot să-ți explic.

SUNT NUMAI URECHI.

Legea timpului și a haosului afirmă că, în cursul unui proces, intervalul mediu de timp dintre evenimente semnificative este proporțional cu volumul de haos din proces. Așadar, trebuie să fim atenți și să definim cu precizie ce anume formează procesul acesta. Este adevărat că evoluția a început de la o singură celulă. Și noi am început de la o singură celulă. Pare similar, însă din punctul de vedere al Legii timpului și haosului nu este așa. Am început de la o singură celulă. Când evoluția se afla la acel moment, nu era vorba de una singură, ci de mii de miliarde de celule. Iar aceste celule se aflau prinse într-o învolburare; asta înseamnă foarte mult haos și nu prea multă ordine. Direcția inițială a evoluției a fost către o ordine mai mare. În dezvoltarea unui organism, însă, direcția inițială este către un haos mai mare – organismul matur are o dezordine cu mult mai mare decât celula unică de la care a început totul. Extrage acest haos din mediu pe măsură ce celula se înmulțește și, pe măsură ce s-a înmulțit, echivalează mediul. Este clar?

MDA, SIGUR. DAR NU-MI PUNE ÎNTREBĂRI PE CHESTIA ASTA. CRED CĂ HAOSUL CEL MAI MARE DIN VIAȚA MEA L-A PRODUS MOMENTUL CÂND AM PLECAT DE ACASĂ LA COLEGIU. LUCRURILE ABIA ÎNCEP SĂ REVINĂ LA NORMAL.

Nu am spus niciodată că Legea timpului și a haosului explică totul.

ÎN REGULĂ, DAR EXPLICĂ ASTA. AI SPUS CĂ EVOLUȚIA NU A FOST PREA DEȘTEAPTĂ SAU CEL PUȚIN CĂ A FOST CAM ÎNCEATĂ LA MINTE. DAR UNELE DINTRE VIRUSURILE

ŞI BACTERIILE ASTEA NU FOLOSESC OARE EVOLUŢIA CA SĂ NE-O IA ÎNAINTE?

Evoluţia operează pe scări temporale diferite. Dacă o accelerăm, poate să fie mai deşteaptă decât noi. Asta şi este ideea de la baza programelor care aplică un proces simulat de evoluţie pentru rezolvarea unor probleme complexe. Evoluţia agenţilor patogeni reprezintă un alt exemplu al abilităţii evoluţiei de a-şi amplifica şi focaliza forţa difuză. La urma urmelor, o generaţie de virusuri poate să apară la câteva minute sau ore o dată, în comparaţie cu deceniile necesare rasei umane. În orice caz, sunt convins că în cele din urmă vom avea câştig de cauză în faţa tacticilor evoluţioniste ale agenţilor noştri patogeni.

AR FI UTIL DACĂ AM ÎNCETA CONSUMUL EXCESIV DE ANTIBIOTICE?

Da, iar asta deschide o nouă temă, şi anume dacă specia umană este mai inteligentă decât membrii săi individuali.

CA SPECIE, CU SIGURANŢĂ SUNTEM DESTUL DE AUTODISTRUCTIVI.

Acest lucru este adeseori adevărat. Totuşi, este adevărat şi că avem în curs de derulare un profund dialog la nivelul speciei. În cazul altor specii, indivizii pot să comunice în cadrul unui mic clan sau al unei mici colonii, dar, dincolo de acestea, împărtăşirea informaţiilor este, în cel mai bun caz, minimală, iar cunoaşterea acumulată este foarte redusă. Baza de cunoaştere umană a ştiinţelor, tehnologiei, artei, culturii şi istoriei nu are egal în cazul niciunei alte specii.

ŞI ATUNCI CUM RĂMÂNE CU CÂNTECUL BALENELOR?

Hmmm. Cred că, de fapt, nu ştim despre ce cântă.

ŞI CUM RĂMÂNE CU MAIMUŢELE CU CARE POŢI VORBI PE INTERNET?

Ei bine, în 27 aprilie 1998, gorila Koko a angajat într-adevăr ceea ce mentorul ei, Francine Patterson, a numit prima sporovăială interspecii, pe America Online.[8] Însă criticii lui Koko spun că Patterson este creierul din spatele lui Koko.

DAR OAMENII AU PUTUT SĂ VORBEASCĂ ONLINE CU KOKO.

Da. Însă aptitudinile de dactilografă ale lui Koko cam scârțâiau, astfel încât întrebările au fost interpretate de Patterson în limbajul american al semnelor, pe care Koko l-a urmărit, iar apoi răspunsurile prin semne ale lui Koko au fost interpretate din nou de Patterson în replicile tastate. Suspiciunea mea este că Patterson seamănă cu anumiți translatori din corpul diplomatic – te întrebi dacă vorbești cu diplomatul, în acest caz Koko, sau cu interpretul.

ÎN GENERAL, NU ESTE CLAR CĂ MAIMUȚELE COMUNICĂ? GENETIC, NU SUNT ATÂT DE DIFERITE DE NOI, DUPĂ CUM AI SPUS.

În mod clar există o formă de comunicare. Întrebarea pusă de către comunitatea lingvistică este dacă maimuțele pot face într-adevăr față nivelelor de simbolism înglobate în limbajul uman. Cred că dr. Emily Savage-Rumbaugh de la Universitatea statului Georgia, care conduce un laborator de comunicare cu maimuțele ce se întinde pe 22,5 hectare, a făcut o afirmație corectă când a spus: „Ei [criticii săi] îi cer lui Kanzi [unul dintre subiecții ei simieni] să facă tot ce fac oamenii, ceea ce este o ipocrizie. Nu o să facă niciodată așa ceva. Însă acest fapt nu neagă ceea ce poate face."

PĂI, EU LE FAC GALERIE MAIMUȚELOR.

Da, ar fi plăcut să avem cu cine să schimbăm o vorbă când ne plictisim de oameni.

ȘI ATUNCI DE CE NU SPOROVĂIEȘTI PUȚIN CU COMPUTERUL TĂU?

Dar vorbesc cu computerul meu și el își însușește ascultător tot ce-i spun. Pot să-i dau comenzi vorbind în limbaj natural pentru Microsoft Word[9], dar încă nu este un partener de conversație prea fermecător. Amintește-ți, computerele sunt în continuare de un milion de ori mai simple decât creierul uman, așa că o să mai dureze vreo două decenii până vor deveni interlocutori satisfăcători.

REVENIND LA CHESTIUNEA ASTA A INTELIGENŢEI INDIVIDUALE VERSUS INTELIGENŢA DE GRUP, MAJORITATEA REALIZĂRILOR DIN ARTĂ ŞI ŞTIINŢĂ NU APARŢINE INDIVIZILOR? ÎNŢELEGI CE VREAU SĂ SPUN, NU POŢI SĂ SCRII UN CÂNTEC SAU SĂ PICTEZI UN TABLOU ÎMPREUNĂ CU UN COMITET.

Totuşi, un număr important de descoperiri ştiinţifice şi tehnologice se realizează în grupuri mari.

DAR OARE PROGRESELE ADEVĂRATE NU SUNT REALIZATE DE INDIVIZI?

Ba da, în multe cazuri. Însă, chiar şi aşa, criticii şi conservatorii din domeniul tehnologic, chiar şi cei intoleranţi, joacă un important rol de ecranare. Nu tuturor ideilor noi şi diferite merită să li se dea curs. Merită să existe unele bariere pe care să fii obligat să le depăşeşti.

În ansamblu, evident că iniţiativa umană este capabilă de realizări care depăşesc cu mult ceea ce putem realiza ca indivizi.

CUM RĂMÂNE ATUNCI CU INTELIGENŢA UNEI GLOATE PUSE PE LINŞAJ?

Presupun că un grup nu este întotdeauna mai inteligent decât membrii săi.

ATUNCI SPER CA ACELE MAŞINI ALE SECOLULUI XXI SĂ NU MAI MANIFESTE PSIHOLOGIA ASTA A NOASTRĂ, A GLOATELOR.

Bună idee.

VREAU SĂ ZIC CĂ NU AŞ VREA SĂ MĂ TREZESC PE O ALEE ÎNTUNECOASĂ CU O BANDĂ DE MAŞINI NESUPUSE PE URMELE MELE.

Ar trebui să ţinem seama de asta atunci când vom proiecta viitoarele maşini. O să-mi fac o notiţă...

DA, MAI ALES ÎNAINTE SĂ ÎNCEAPĂ, CUM AI ZIS TU, SĂ SE PROIECTEZE SINGURE.

Capitolul trei

DESPRE MINTE ŞI MAŞINI

Experienţe filosofice ale minţii

„Mă simt singur şi plictisit; te rog, ţine-mi companie."

Dacă monitorul computerului tău ar afişa acest mesaj, faptul te-ar convinge că notebook-ul tău este conştient şi are sentimente?

Ei bine, clar că nu, este cât se poate de banal pentru un program să afişeze un asemenea mesaj. Mesajul vine practic de la autorul uman al programului care include respectivul mesaj. Computerul este doar un canal pentru transmiterea lui, la fel ca o carte sau o plăcintă cu răvaş.

Să presupunem că am adăuga acestui program un sintetizator de voce şi am face computerul să emită un mesaj plângăcios. Am schimbat ceva? Cu toate că am adăugat programului complexitate tehnică şi unele mijloace umane de comunicare, tot nu considerăm computerul ca fiind autorul real al mesajului. Să spunem acum că mesajul nu este programat explicit, ci este produs de un program de jocuri care conţine un model complex al propriei situaţii. Este posibil ca mesajul ca atare să nu fi fost niciodată prevăzut de creatorii umani ai programului. A fost creat de computer din starea propriului model intern, prin interacţiunea cu tine, utilizatorul. Ne apropiem oare mai mult de faptul de a considera computerul o entitate conştientă, posesoare de sentimente?

Poate doar o fărâmă. Iar, dacă luăm în considerare programele de jocuri contemporane, iluzia este probabil de scurtă durată, pe măsură ce ne dăm seama care sunt metodele şi limitările din spatele capacităţii de flecăreală a computerului.

Acum să presupunem că mecanismele de la baza mesajului se dezvoltă, devenind o masivă reţea neuronală, realizată din siliciu, dar bazată pe retroingineria creierului uman. Să presupunem că punem la punct pentru această reţea neuronală un

protocol de conversaţie care îi permite să înveţe limbajul uman şi să realizeze modele ale cunoaşterii umane. Circuitele sale sunt de un milion de ori mai rapide decât neuronii umani, astfel încât are timp din belşug să citească toată literatura lumii şi să-şi creeze propriile concepţii cu privire la realitate. Creatorii săi nu-i spun cum să răspundă la întrebările oamenilor. Să presupunem acum că spune: „Mă simt singur..." Care este punctul în care considerăm că acest computer este o creaţie conştientă, dotată cu voinţă proprie? Acestea au fost cele mai iritante probleme ale filosofiei încă de când dialogurile lui Platon au pus în lumină inerentele contradicţii ale concepţiilor noastre privitoare la aceşti termeni.

Hai să analizăm panta asta alunecoasă din direcţie opusă. Prietenul nostru Jack (la un moment dat în secolul XXI) se plânge de ceva vreme de dificultăţi auditive. Un test de diagnosticare indică faptul că are nevoie de mai mult decât de un ajutor auditiv convenţional, aşa că i se face un implant cohlear. Folosite odinioară numai de persoanele cu tulburări grave de auz, implanturile acestea sunt acum obişnuite pentru corectarea capacităţii oamenilor de a percepe întregul spectru sonor. Această procedură chirurgicală rutinieră are succes şi Jack se arată mulţumit de ameliorarea auzului lui.

Mai este el aceeaşi persoană?

Ei bine, sigur că este. Oamenii poartă implanturi cohleare cam de prin anul 1999. Îi considerăm în continuare ca fiind aceleaşi persoane ca înainte.

Acum (revenind la un moment dat din secolul XXI), Jack este atât de impresionat de succesul implantului cohlear, încât decide să activeze circuitele încorporate de percepţie fonică, acestea îmbunătăţind percepţia auditivă în ansamblul ei. Respectivele circuite sunt deja încorporate, astfel încât Jack nu are nevoie de o nouă intervenţie de inserare, în cazul în care ar decide ulterior să le activeze. Dar, activând aceste circuite de substituire neuronală, reţelele de detecţie fonică înglobate în implant îi depăşesc propriile regiuni neurofonice care îmbătrânesc. Contul său este debitat pentru utilizarea acestui soft neuronal adiţional. Din nou, Jack este mulţumit de posibilitatea sa ameliorată de a înţelege ce spun oamenii.

Mai este același Jack? Desigur; nimeni n-ar sta nicio clipă pe gânduri.

Jack este cucerit de-acum de beneficiile tehnologiei pe cale de afirmare a implanturilor neuronale. Retinele îi funcționează bine deocamdată, așa că le păstrează intacte (cu toate că are implantate definitiv afișaje retiniene în cornee, pentru a vedea în realitatea virtuală), dar decide să încerce nou-apărutele implanturi de procesare a imaginilor și este uimit de cât de vie și de rapidă a devenit percepția sa vizuală.

Tot Jack? Dar sigur că da.

Jack observă că memoria lui nu mai este cum era, chinuindu-se să-și amintească nume, detalii ale unor întâmplări anterioare și așa mai departe. Așa că se duce înapoi, pentru implanturi de memorie. Acestea sunt uimitoare – amintiri care se încețoșaseră cu timpul devin acum limpezi de parcă lucrurile abia s-ar fi petrecut. E drept, Jack se chinuie și cu unele consecințe neintenționate ale amintirilor neplăcute, pe care le-ar fi preferat uitate.

În continuare același Jack? În mod evident s-a schimbat din anumite puncte de vedere, iar prietenii săi sunt impresionați de îmbunătățirea facultăților sale. Dar are același umor autoironic, același zâmbet prostuț – da, este același om.

Așa că de ce să se oprească aici? În cele din urmă, lui Jack i se face oferta de a-i fi scanate întregul creier și sistemul neuronal (care nu este localizat exclusiv în cutia craniană), iar apoi de a-i fi înlocuite cu circuite electronice cu capacitate, viteză și siguranță mult mai mari. Există și posibilitatea păstrării unei còpii de rezervă pentru cazul în care i s-ar întâmpla ceva lui Jack cel fizic.

Desigur, această perspectivă este descurajantă, poate mai curând înfricoșătoare decât atrăgătoare. Și fără îndoială că va rămâne controversată pentru mult timp (deși, potrivit Legii accelerării veniturilor, „mult timp" nu mai înseamnă la fel de mult ca înainte). În cele din urmă, însă, beneficiile copleșitoare ale înlocuirii circuitelor neuronale care nu prezintă garanții cu altele îmbunătățite vor deveni irezistibile și Jack nu le va putea ignora.

Pe acest parcurs, l-am pierdut oare pe Jack? Prietenii lui Jack cred că nu. Jack susține și el că este același ca întotdeauna, doar

că mai nou. Auzul, vederea, memoria şi capacitatea de gândire i s-au îmbunătăţit, dar el este acelaşi Jack dintotdeauna.

Dar hai să examinăm procesul cu ceva mai multă atenţie. Să presupunem că, în loc să implementeze schimbările pas cu pas, ca în scenariul anterior, Jack face totul deodată. Alege o scanare completă a creierului, iar informaţiile obţinute de pe urma scanării sunt instalate pe un computer electronic neuronal. Nefiind omul care să se mulţumească doar cu jumătăţi de măsură, îşi actualizează şi *upgradează* şi corpul. Această tranziţie făcută simultan schimbă ceva? Ei bine, care este diferenţa dintre schimbarea circuitelor neuronale/fotonice într-un singur pas şi cea treptată? Chiar dacă face schimbarea într-un singur pas rapid, noul Jack este tot Jack cel dintotdeauna, nu?

Dar cum rămâne cu fostul creier şi corp ale lui Jack? Presupunând că se face o scanare noninvazivă, acestea mai există încă. Acesta este Jack! Chiar dacă informaţia scanată este instalată ca o copie a lui Jack, nu se schimbă cu nimic faptul că Jack cel iniţial există şi că este relativ neschimbat. E posibil ca nici măcar Jack să nu ştie dacă a fost creat un nou Jack ori ba. Şi, în definitiv, putem crea chiar ceva mai mult decât un Jack nou-nouţ.

Dacă procedura presupune distrugerea vechiului Jack după efectuarea unor paşi de garantare a calităţii, necesari pentru siguranţa deplinei funcţionalităţi a noului Jack, nu ar fi vorba despre uciderea (sau sinuciderea) lui Jack?

Să presupunem că scanarea iniţială a lui Jack nu este noninvazivă, că este o scanare „distructivă". Observă că, din punct de vedere tehnologic, o scanare distructivă este mult mai simplă – de fapt, avem deja tehnologia (1999) trebuincioasă pentru a scana distructiv secţiuni de reţele neuronale congelate, pentru a confirma conexiunile interneuronale şi pentru a aplica retroingineria la algoritmii neuronali paraleli digital-analogi.[1] Dar nu avem deocamdată lăţimea de bandă necesară ca să facem acest lucru suficient de rapid pentru a putea scana şi altceva în afara unei foarte mici porţiuni din creier. Însă aceeaşi problemă a vitezei a existat şi în cazul altui proiect de scanare – scanarea genomului uman – la debutul operaţiunii respective. La viteza cu care erau în măsură cercetătorii să scaneze şi să secvenţializeze

codul genetic uman în anul 1991, ar fi trebuit să treacă mii de ani până la încheierea proiectului. Însă a fost stabilit un program cu durata de paisprezece ani, care acum pare să fie încununat de succes. Termenul-limită al Proiectului Genomului Uman a ținut cont în mod evident de ipoteza (corectă) că viteza metodelor noastre de secvențializare a codurilor ADN se va accelera foarte mult în decursul timpului. Același fenomen se va adeveri și în cazul proiectelor noastre de scanare a creierului uman. Putem face acest lucru și acum – foarte lent –, dar viteza, la fel ca tot ce este guvernat de Legea accelerării veniturilor, va crește exponențial în anii următori.

Presupune că, în timp ce-l scanăm distructiv pe Jack, instalăm simultan informațiile obținute prin scanare în noul Jack. Putem considera că este un proces de „transfer" al lui Jack în noul său creier și corp. Prin urmare, s-ar putea spune că Jack nu a fost distrus, ci doar transferat într-o întrupare mai adecvată. Însă această abordare nu e oare echivalentă cu scanarea neinvazivă a lui Jack, instalarea ulterioară a noului Jack și apoi distrugerea vechiului Jack? Dacă această succesiune de pași se reduce practic la uciderea vechiului Jack, atunci procesul de transfer al lui Jack într-un singur pas trebuie să însemne același lucru. Astfel, putem demonstra că orice proces de transferare a lui Jack echivalează cu sinuciderea vechiului Jack și că noul Jack nu este aceeași persoană.

Conceptul scanării și reinstalării informației ne este familiar din tehnologia de teleportare fictivă „Activează teleportarea" din *Star Trek*. În cazul acestei ficțiuni cinematografice, scanarea și reconstituirea se presupune că se realizează la scara nanoingineriei, respectiv particulă cu particulă, și nu doar prin reconstituirea algoritmilor cei mai semnificativi de procesare a informației neuronale pe care am imaginat-o mai înainte. Însă conceptul este foarte asemănător. Prin urmare, se poate demonstra că personajele din *Star Trek* comit o sinucidere de fiecare dată când se teleportează, creând noi personaje. Aceste noi personaje, deși identice în esență, sunt alcătuite din particule cu totul diferite, dacă nu cumva ne imaginăm că la noua destinație sunt transmise particulele propriu-zise. Probabil că ar fi mai simplu să se

transmită numai informaţia şi să se folosească particule locale pentru instalarea noilor corpuri. Ar mai conta? Oare conştiinţa este ceva ce ţine de particulele propriu-zise sau doar de tiparul şi organizarea lor?

Putem demonstra că atât conştiinţa, cât şi identitatea nu depind nicidecum de particulele propriu-zise, deoarece propriile noastre particule se schimbă în permanenţă. La nivel celular, ne schimbăm aproape toate celulele (nu şi pe cele cerebrale) într-un interval de mai mulţi ani.[2] La nivel atomic, schimbarea este mult mai rapidă şi include şi celulele cerebrale. Nu suntem nici pe departe colecţii permanente de particule. Tiparele de materie şi energie sunt semipermanente (respectiv, se schimbă numai gradual), însă conţinutul nostru material propriu-zis se modifică în permanenţă şi încă foarte rapid. Suntem mai curând asemenea tiparelor pe care le prezintă apa unui pârâu. Apa curgând peste o formaţiune de roci capătă un tipar particular, unic. Acest tipar poate să rămână relativ neschimbat ore întregi sau chiar ani. Desigur, materialul propriu-zis care formează tiparul – apa – este înlocuit total în decurs de câteva milisecunde. Aceasta argumentează faptul că nu ar trebui să ne asociem identitatea fundamentală cu seturi specifice de particule, ci mai curând cu un tipar al materiei şi energiei, pe care îl reprezentăm. Mai departe, acest fapt ar susţine argumentat că ar trebui să-l considerăm pe noul Jack identic cu vechiul Jack, deoarece tiparul este acelaşi. (S-ar putea găsi cineva să facă un calambur şi să spună că, deşi noul Jack are o funcţionalitate similară cu vechiul Jack, cei doi nu sunt şi identici. Pe de altă parte însă, în acest fel s-ar evita întrebarea esenţială, deoarece am putea reconcepe scenariul cu o nanotehnologie care să-l copieze pe Jack atom cu atom, în loc să-i copieze numai algoritmii semnificativi de procesare a informaţiilor.)

Filosofilor contemporani pare să le placă argumentul „identităţii după tipar" Şi, dat fiind faptul că tiparul se schimbă lent în comparaţie cu particulele din care suntem alcătuiţi, la prima vedere această concepţie îşi are meritele sale. Însă contraargumentul îl reprezintă „vechiul Jack", care aşteaptă să fie eliminat după ce „tiparul" său a fost scanat şi instalat într-un nou mediu

de operare. Este posibil ca vechiul Jack să-și dea brusc seama că argumentul „identității după tipar" este imperfect.

Mintea ca mașină versus *mintea dincolo de mașină*

> *Știința nu poate să rezolve misterul suprem al naturii deoarece în ultimă analiză noi suntem parte a misterului pe care tot noi încercăm să-l rezolvăm.*
>
> – Max Planck

> *Tot ceea ce vedem sau pare nu-i decât un vis dintr-un vis?*
>
> – Edgar Allan Poe

> *Și dacă totul este o iluzie și nu există nimic? În acest caz, în mod sigur am dat mult prea mult pe covor.*
>
> – Woody Allen

Diferența dintre experiența obiectivă și cea subiectivă

Putem explica experiența scufundării într-un lac cuiva care nu s-a scufundat niciodată sub apă? Dar extazul sexual cuiva care nu a avut niciodată vreun simțământ erotic (presupunând că ai putea să găsești o asemenea persoană)? Îi putem explica emoțiile provocate de muzică unui om surd din naștere? O persoană surdă va afla cu siguranță o sumedenie de lucruri despre muzică: urmărind oamenii cum se mișcă după ritmul ei, citind despre istoria și rolul ei în lume. Dar niciunul dintre aceste lucruri nu se compară cu experiența ascultării unui preludiu de Chopin.

Dacă mă uit la lumina cu lungimea de undă de 0,000075 centimetri, văd roșu. Schimbă lungimea de undă la 0,000035 și văd violet. Aceleași culori pot fi produse și prin amestecul de lumini colorate. Dacă se combină adecvat lumină roșie cu lumină verde, văd galben. Însă pigmenții de amestecuri funcționează diferit de schimbarea lungimilor de undă, deoarece ei extrag culorile în loc să le adune. Percepția umană a culorii este mai complicată decât simpla detectare a frecvențelor electromagnetice și

încă nu o înţelegem pe deplin. Însă chiar dacă am avea o teorie pe deplin satisfăcătoare a proceselor noastre mentale, ea tot nu ar putea transmite experienţa subiectivă a senzaţiilor de roşu sau de galben. Limbajul mi se pare inadecvat pentru a-mi exprima senzaţiile generate de trăirea experienţei senzaţiei de roşu. Poate că aş putea să găsesc nişte reflecţii poetice, dar, dacă nu ai avut aceeaşi experienţă ca mine, realmente nu-mi este posibil să-ţi împărtăşesc respectiva experienţă.

Prin urmare, de unde ştiu că trăieşti şi tu aceeaşi experienţă când vorbeşti de senzaţia de roşu? Poate că trăieşti experienţa senzaţiei de roşu la fel cum trăiesc eu experienţa senzaţiei de albastru şi invers. Cum ne putem testa ipotezele că trăim experienţele acestor proprietăţi în acelaşi fel? Pe bună dreptate, ştim că există unele diferenţe. Deoarece sufăr de ceea este greşit etichetat drept „cecitate la culoarea roşie", există nuanţe care mie mi se par identice şi care altora li se par diferite. S-ar părea că aceia dintre voi, cititorilor, care nu suferiţi de această dizabilitate trăiţi alte experienţe decât mine. Care sunt experienţele pe care le trăiţi voi? Nu voi şti niciodată.

Calmarii giganţi sunt fiinţe extraordinar de sociabile, cu ochi similari ca structură cu ai omului (ceea ce este surprinzător, având în vedere filogeneza complet diferită) şi posedând un sistem nervos complex. Câţiva oameni de ştiinţă norocoşi au stabilit relaţii cu aceste cefalopode deştepte. Deci cum este să fii calmar gigant? Când vedem că răspunde la pericole şi manifestă un comportament ce aminteşte de emoţiile umane, deducem existenţa unei experienţe care ne este familiară. Dar cum rămâne cu experienţele lor fără corespondent uman?

Sau chiar au vreun fel de experienţă? Poate că sunt pur şi simplu asemenea „maşinilor" – răspund programat la stimuli din mediul lor. Poate că nu există nimic în spatele acestor reacţii. Unii oameni au această concepţie – numai oamenii au conştiinţă; animalele pur şi simplu răspund la lume din „instinct", ca o maşină. Multor altor oameni, inclusiv mie, li se pare că cel puţin animalele mai evoluate sunt fiinţe conştiente, pe baza percepţiei empatice a faptului că animalele exprimă emoţii pe care le recunoaştem drept corelaţii ale reacţiilor umane. Însă şi acesta este un mod exclusivist de gândire, prin faptul că recunoaşte numai

experiențele subiective cu echivalent uman. Opiniile cu privire la conștiința animalelor sunt departe de a fi unanime. Pe bună dreptate, tocmai chestiunea conștiinței stă la baza temei privitoare la drepturile animalelor. Disputele pe tema dacă anumite animale suferă sau nu în anumite situații rezultă din incapacitatea noastră generală de a trăi experiența sau de a măsura experiența subiectivă a unei alte entități.[3]

Concepția deloc neobișnuită că animalele sunt „doar mașini" este disprețuitoare atât la adresa animalelor, cât și la adresa mașinilor. Mașinile din zilele noastre sunt în continuare de milioane de ori mai simple decât creierul omului. În zilele noastre, complexitatea și subtilitatea lor sunt comparabile cu cele ale insectelor. Sunt speculații relativ reduse pe tema experiențelor subiective ale insectelor, cu toate că, iarăși, nu există niciun mijloc convingător de a măsura acest lucru. Însă disparitatea dintre capacitățile mașinilor și capacitățile animalelor cele mai avansate, cum ar fi *Homo sapiens sapiens*, va fi de scurtă durată. Progresul neîncetat al inteligenței mașinilor, de care ne vom ocupa în următoarele câteva capitole, va aduce mașinile la niveluri de complexitate și rafinament umane și apoi dincolo de ele, în decurs de câteva decenii. Vor fi aceste mașini conștiente?

Și cum rămâne cu libera voință – mașinile de o complexitate umană vor lua singure decizii sau pur și simplu vor urma un program, fie el și unul foarte complex? Există vreo distincție care se poate face sub acest aspect?

Tema conștiinței pândește și din spatele altor teme iritante. Să luăm tema avorturilor. Oul fertilizat este o ființă umană conștientă? Dar un făt cu o zi înainte de naștere?

Este greu de spus dacă oul fertilizat este conștient sau dacă fătul ajuns la termen nu este. Activiștii proopțiune și proviață se tem de panta alunecoasă dintre aceste două proeminențe care pot fi definite. Iar panta este într-adevăr alunecoasă – fătul uman dezvoltă rapid un creier, dar acesta nu este imediat recognoscibil ca fiind un creier uman. Creierul fătului devine doar cu timpul mai uman. Panta nu are muchii pe care să te poți așeza. De acord, intră în discuție și alte chestiuni greu de definit, cum ar fi demnitatea umană, dar, la nivel fundamental, controversa

este legată de facultatea de a simţi. Cu alte cuvinte, când avem o entitate conştientă?

Unele forme severe de epilepsie au fost tratate cu succes prin extirparea chirurgicală a jumătăţii afectate a creierului. Această intervenţie chirurgicală drastică trebuie făcută în timpul copilăriei, înainte ca creierul să se maturizeze complet. Poate fi extirpată oricare emisferă cerebrală şi, dacă operaţia are succes, copilul va creşte oarecum normal. Presupune asta faptul că fiecare jumătate a creierului îşi are propria conştiinţă? Poate că în fiecare creier intact există câte doi „eu" care trag nădejdea că se înţeleg între ei. Poate că există o întreagă panoplie de conştiinţe care se ascund într-un creier, fiecare având o perspectivă oarecum diferită. Există o conştiinţă conştientă de procesele mentale pe care le considerăm inconştiente?

Aş putea să continuu mult cu asemenea enigme. Şi, pe bună dreptate, oamenii se gândesc de multă vreme la ele. Platon, cel puţin, a fost preocupat de asemenea teme. În *Phaedo*, *Republica*, *Theaetetus*, Platon exprimă profundul paradox inerent conceptului de conştiinţă şi aparentei capacităţi de liberă alegere a omului. Pe de o parte, fiinţa umană este parte a lumii naturale şi e supusă legilor ei. Creierul nostru este un fenomen natural şi prin urmare trebuie să respecte legea cauzei şi efectului, prezentă la maşini şi la alte creaţii lipsite de viaţă ale speciei noastre. Platon s-a familiarizat cu potenţiala complexitate a maşinilor şi a capacităţii lor de a imita procese logice complexe. Pe de altă parte, potrivit lui Platon, mecanica legii cauzei şi efectului, indiferent cât de complexă ar fi, nu ar trebui să dea naştere conştiinţei de sine sau conştiinţei. Platon încearcă mai întâi să rezolve acest conflict în lucrarea sa *Teoria formelor*: Conştiinţa nu este un atribut al mecanicii gândirii, ci mai curând realitatea supremă a existenţei umane. Conştiinţa noastră sau „sufletul" este imuabilă şi de neschimbat. Prin urmare, interacţiunea noastră mentală cu lumea fizică se află la nivelul „mecanicii" complicatului nostru proces de gândire. Sufletul rămâne deoparte.

Dar nu, nu merge, realizează Platon. Dacă sufletul nu se schimbă, atunci nu poate să înveţe sau să participe la raţiune, deoarece ar trebui să se modifice ca să absoarbă experienţă şi să

răspundă la ea. Platon sfârșește nemulțumit de plasarea conștiinței în ambele poziții: procesele raționale ale lumii naturale și nivelul mistic al formei ideale a eului sau a sufletului.[4]

Conceptul de liberă voință reflectă un paradox tot mai profund. Libera voință înseamnă comportamentul cu un scop și luarea deciziilor. Platon credea într-o „fizică corpusculară" bazată pe reguli fixe și stabile ale cauzei și efectului. Însă dacă luarea deciziilor, la om, se bazează pe asemenea interacțiuni predictibile ale particulelor de bază, deciziile noastre ar trebui să fie de asemenea predeterminate. Acest fapt ar contrazice libertatea omului de a alege. Includerea aleatoriului în legile naturale este o posibilitate, însă nu rezolvă problema. Aleatoriul ar elimina predeterminarea deciziilor și acțiunilor, dar ar contrazice calitatea liberei voințe de a avea un scop, deoarece în aleatoriu nu există scop.

În regulă, să adăugăm libera voință la suflet. Nu, nici asta nu merge. Separarea liberei voințe de mecanismul rațional al cauzei și efectului lumii naturale ar necesita adăugarea la suflet, de asemenea, a rațiunii și învățării, căci altminteri sufletul nu ar avea mijloacele să ia decizii raționale. Acum, sufletul însuși devine o mașină complexă, fapt ce îi contrazice simplitatea mistică. Poate că acesta este motivul pentru care Platon și-a scris dialogurile. Astfel, a putut să prezinte plin de pasiune ambele laturi ale acestor poziții contradictorii. Privesc cu simpatie dilema lui Platon: niciuna dintre pozițiile evidente nu este cu adevărat suficientă. Un adevăr mai profund poate fi perceput numai prin punerea în lumină a fațetelor opuse ale unui paradox.

Cu certitudine, Platon nu a fost ultimul gânditor care a cumpănit asemenea întrebări. Putem să identificăm mai multe școli de gândire concentrate pe acest subiect, însă niciuna nu e satisfăcătoare.

Școala „conștiința este doar o mașină care reflectează asupra ei însăși"

O abordare obișnuită este să negi existența problemei: conștiința și libera voință sunt numai iluzii induse de ambiguitățile limbii. O mică variație spune că, de fapt, conștiința nu este chiar

o iluzie, ci doar un alt proces logic. Un proces care răspunde şi reacţionează la el însuşi. Putem îngloba asta într-o maşină, realizând o procedură care conţine chiar modelul său propriu şi care examinează şi răspunde la propriile metode. Să lăsăm procesul să se reflecte asupra lui însuşi. Şi uite-aşa ai obţinut şi conştiinţa. Este un set de abilităţi care au evoluat deoarece modurile autoreflexive sunt în chip inerent mai eficiente.

Dificultatea legată de argumentaţia împotriva şcolii „conştiinţei ca maşină care reflectează asupra ei însăşi" stă în faptul că această perspectivă este logică. Însă un asemenea punct de vedere ignoră punctul de vedere subiectiv. Poate să accepte relatarea de către o persoană a propriilor experienţe subiective, după cum poate să asocieze relatările experienţelor subiective nu doar la un comportament manifest, ci şi la tipare de reacţii neuronale. Şi, dacă stau să mă gândesc la asta, cunoaşterea de către mine a experienţei *subiective* a oricui altcuiva cu excepţia mea nu este cu nimic diferită (din punctul meu de vedere) de restul cunoaşterii mele *obiective*. Eu nu trăiesc experienţele subiective ale altor persoane; doar aflu de ele. Prin urmare, singura experienţă subiectivă pe care o ignoră această şcoală de gândire este a mea proprie (chiar asta înseamnă, la urma urmelor, termenul de *experienţă subiectivă*). Şi ce pot să-ţi spun mai mult decât că sunt doar unul dintre miliarde de oameni, dintre mii de miliarde de organisme potenţial conştiente; dintre care toate, cu o singură excepţie, nu sunt eu.

Însă nereuşita explicării experienţei mele subiective este una gravă. Nu explică distincţia dintre radiaţia electromagnetică având lungimea de undă de 0,000075 centimetri şi senzaţia de roşu pe care o trăiesc eu. Aş putea învăţa cum funcţionează perceperea culorilor, cum procesează creierul uman lumina, cum procesează combinaţiile de lumină, chiar şi ce tipare de conexiuni neuronale provoacă toate acestea, însă nici acest lucru nu reuşeşte să explice esenţa experienţei trăite de mine.

Pozitiviştii logici[5]

Îmi dau toată silinţa să exprim tema la care mă refer aici, dar, din păcate, ea nu este pe deplin explicabilă. D.J. Chalmers

descrie misterul vieții lăuntrice ca fiind „problema dificilă" a conștiinței, pentru a deosebi această temă de „problema simplă" a fiziologiei creierului.[6] Marvin Minsky a făcut observația că „e ceva ciudat în a descrie conștiința: orice ar vrea oamenii să spună, pur și simplu nu pot să exprime clar". *Exact aceasta este problema*, spune școala: „Conștiința este doar o mașină care reflectează asupra ei însăși" – să vorbești despre conștiință altfel decât ca despre un tipar de conexiuni neuronale echivalează cu a rătăci într-un domeniu mistic ce depășește orice limită până la care mai sunt posibile verificările.

Acest punct de vedere obiectiv este denumit uneori pozitivism logic, o filosofie codificată de Ludwig Wittgenstein în al său *Tractatus Logico-Philosophicus*.[7] Pentru pozitiviștii logici, singurele lucruri despre care merită să se vorbească sunt experiențele noastre senzoriale directe și deducțiile logice pe care le putem face pe baza lor. În ceea ce privește restul chestiunilor, pe acestea „trebuie să le depășim în tăcere", ca să citez ultima afirmație a lui Wittgenstein din tratatul său.

Și totuși, Wittgenstein nu a procedat așa cum a recomandat. Publicate în 1953, la doi ani după moartea sa, *Investigațiile filosofice* defineau chestiunile demne de contemplat ca fiind exact acele teme în privința cărora argumentase, anterior, că trebuie depășite în tăcere.[8] Aparent, a ajuns la concluzia că antecedentele ultimei sale afirmații din *Tractatus* – lucrurile despre care nu putem vorbi – reprezintă singurele fenomene reale asupra cărora merită să se reflecteze. Regretatul Wittgenstein i-a influențat profund pe existențialiști, marcând, probabil, prima ocazie în care, de la Platon încoace, un filosof important a reușit să facă lumină în puncte de vedere într-atât de contradictorii.

Gândesc, deci exist

Wittgenstein în perioada sa timpurie și pozitiviștii logici pe care i-a inspirat sunt considerați adeseori ca avându-și originile în studiile filosofice ale lui René Descartes.[9] Celebrul dicton al lui Descartes „Gândesc, deci exist" a fost adeseori citat ca emblematic pentru raționalismul occidental. Această perspectivă duce

spusele lui Descartes spre interpretarea „Gândesc, respectiv pot să manipulez logica şi simbolurile, deci sunt de toată lauda". Însă, din punctul meu de vedere, Descartes nu intenţiona să preamărească virtuţile gândirii raţionale. Era tulburat de ceea ce a devenit cunoscut ca problema minte-corp, paradoxul prin care apare mintea din nonminte, prin care gândurile şi senzaţiile pot să apară în limitele ei, din materia obişnuită a creierului. Forţând scepticismul raţional, această afirmaţie înseamnă pur şi simplu „Gândesc, aşadar există un fenomen mental care nu poate fi negat, o anumită conştientizare, aşadar tot ce putem şti cu siguranţă este că există un ceva – o să-l numesc «eu»." Din această perspectivă, între Descartes şi concepţiile budiste privind conştiinţa ca realitate primară există o prăpastie mai mică decât se credea.

Înainte de 2030, vom avea maşini care vor clama dictonul lui Descartes. Şi acesta nu va părea a fi unul programat. Maşinile vor fi oneste şi convingătoare. Să le credem când vor pretinde că sunt entităţi conştiente, cu voinţă proprie?

Şcoala „conştiinţa este o materie cu totul diferită"

Tema conştiinţei şi a liberei voinţe a reprezentat, desigur, o preocupare majoră a gândirii religioase. Aici ne întâlnim cu o panoplie de fenomene, mergând de la eleganţa noţiunilor budiste de conştiinţă, până la panteonurile bogat ornamentate ale sufletului, îngerilor şi zeilor. Într-o categorie similară se află şi teoriile filosofilor contemporani care consideră conştiinţa un fenomen fundamental al lumii, asemenea particulelor şi forţelor elementare. Eu numesc asta şcoala „conştiinţa este o materie cu totul diferită". În măsura în care această şcoală presupune o interferenţă a conştiinţei cu lumea fizică ce scapă experimentului ştiinţific, ştiinţa este menită să iasă victorioasă, datorită abilităţii sale de a-şi verifica intuiţiile. În măsura în care acest punct de vedere se ţine la distanţă de lumea materială, adeseori creează un nivel de misticism complex, care nu poate fi verificat şi este expus dezacordurilor. Iar în măsura în care îşi menţine misticismul simplu, oferă intuiţii obiective limitate, cu toate că intuiţia subiectivă

este o altă chestiune (trebuie să mărturisesc o anumită preferință pentru misticismul simplu).

Școala „suntem prea proști"

O altă abordare este aceea că ființa omenească pur și simplu nu e capabilă să înțeleagă răspunsul. Douglas Hofstadter, cercetător în domeniul inteligenței artificiale, cugetă: „Poate să fie un simplu accident al sorții faptul că creierele noastre sunt prea slabe pentru a se înțelege pe ele însele. Gândește-te la umila girafă, de exemplu, al cărei creier este în mod evident cu mult sub nivelul necesar înțelegerii de sine – și, cu toate acestea, este excepțional de asemănător cu creierul nostru."[10] Dar, după știința mea, girafele nu sunt cunoscute pentru faptul că-și pun asemenea întrebări (desigur, nu știm care sunt lucrurile la care se gândesc ca să le treacă timpul mai ușor). Din punctul meu de vedere, dacă suntem suficient de sofisticați pentru a pune întrebări, atunci suntem și suficient de avansați pentru a înțelege răspunsurile. Pe de altă parte, școala „suntem prea proști" subliniază faptul că într-adevăr avem dificultăți de formulare clară a acestor întrebări.

Sinteza concepțiilor

Concepția mea este că, luate împreună, toate aceste școli au dreptate, dar, luate individual, sunt insuficiente. Respectiv, adevărul stă într-o sinteză a acestor abordări. Acest fapt reflectă educația mea religioasă unitariană, în cadrul căreia am studiat toate religiile lumii, considerându-le „mai multe căi către adevăr" Desigur, punctul meu de vedere poate fi considerat cel mai rău dintre toate. La prima vedere, concepția mea este contradictorie și nu prea logică. Celelalte școli pot cel puțin să-și aroge un anumit nivel de consecvență și coerență.

Gândirea este gândire

Oh, da, mai există o concepție, pe care eu o numesc „gândirea este gândire" Într-o lucrare din anul 1950, Alan Turing

descrie conceptul Testului Turing, în cadrul căruia un judecător uman intervievează atât un computer, cât şi unul sau mai mulţi corespondenţi umani, folosind terminale (astfel încât judecătorul să nu aibă prejudecăţi asupra computerului, din cauza lipsei de aspect cald şi pufos al acestuia).[11] Dacă judecătorul uman nu reuşeşte să demaşte cu certitudine computerul (ca fiind un impostor uman), computerul câştigă. Testul este descris adeseori ca fiind un fel de test al Coeficientului de Inteligenţă pentru computer, un mijloc de a se determina dacă computerele au ajuns la un nivel uman de inteligenţă. Însă, din punctul meu de vedere, Turing a încercat în realitate să facă din Testul Turing un test de gândire, termen pe care îl foloseşte pentru a sugera ceva mai mult decât simpla manipulare abilă a logicii şi limbajului. Pentru Turing, gândirea implică intenţionalitate conştientă.

Turing a înţeles într-un mod implicit dezvoltarea exponenţială a capacităţii de calcul şi a prezis că, până la sfârşitul secolului (al XX-lea, n.tr.), un computer o să-i treacă testul omonim. A remarcat de asemenea că până la acel moment „utilizarea cuvintelor şi opinia publică educată se vor schimba atât de mult, încât se va putea vorbi despre capacitatea de gândire a maşinilor fără teama de a fi contrazis". Previziunea lui a fost excesiv de optimistă în privinţa termenului temporal, dar, din punctul meu de vedere, nu cu mult.

Perspectiva mecanicii cuantice

Adeseori visez căderi. Asemenea visuri sunt obişnuite pentru cei ambiţioşi şi pentru alpinişti. De curând, am visat că mă agăţam cu degetele de o stâncă, dar nu puteam să mă ţin. Pietre din ea cedau. M-am apucat de un tufiş, dar acesta a ieşit din rădăcini şi, cuprins de o groază rece, am căzut în abis. Deodată, mi-am dat seama că această cădere a mea era relativă; nu exista niciun fund şi niciun sfârşit. M-a cuprins un sentiment de plăcere. Mi-am dat seama că ceea ce întrupam eu, principiul vieţii, nu putea fi distrus. Este scris în codul cosmic, în ordinea Universului. Continuând să cad în vidul

negru, îmbrățișat de bolta cerului, am preamărit frumusețea stelelor și m-am împăcat cu întunericul.

– Heinz Pagels, fizician și cercetător în domeniul mecanicii cuantice, înaintea decesului său, survenit în 1988, în urma unui accident de alpinism

Concepția obiectivă occidentală afirmă că, după miliarde de ani în care s-au învolburat în gol, materia și energia au evoluat pentru a crea formele de viață – tipare complexe, autoreplicative, de materie și energie –, care au devenit suficient de avansate pentru a reflecta asupra propriei lor existențe, asupra naturii materiei și energiei, asupra propriei conștiințe. În schimb, concepția subiectivă orientală afirmă că prima a fost conștiința – materia și energia nu sunt decât gândurile complexe ale ființelor conștiente, idei care nu au nicio realitate în lipsa celui care le nutrește.

După cum am subliniat anterior, concepțiile obiectivă și subiectivă asupra realității au fost contradictorii din zorii istoriei consemnate. Pe de altă parte însă, există anumite merite ale combinării concepțiilor aparent ireconciliabile pentru a se ajunge la o înțelegere mai profundă. La fel s-a întâmplat și cu adoptarea mecanicii cuantice în urmă cu cincizeci de ani. În loc să reconcilieze concepțiile potrivit cărora radiația electromagnetică (de exemplu, lumina) este ori un flux de particule (respectiv, fotoni), ori o vibrație (respectiv, unde de lumină), ambele poziții au fost contopite într-o dualitate ireductibilă. Cu toate că această idee este imposibil de înțeles folosindu-se numai modelele noastre intuitive, nu suntem capabili să explicăm lumea fără să acceptăm această aparentă contradicție. Alte paradoxuri ale mecanicii cuantice (de exemplu, „tunneling"-ul electronilor, fenomen prin care într-un tranzistor electronii apar de ambele părți ale unei bariere) au ajutat la crearea erei capacității de calcul și pot dezlănțui o nouă revoluție sub forma computerului cuantic[12], dar despre asta vom discuta mai târziu.

Din momentul în care acceptăm un asemenea paradox, se întâmplă lucruri minunate. În postularea dualităţii luminii, mecanica cuantică a descoperit o relaţie esenţială între materie şi conştiinţă. Aparent, particulele nu se hotărăsc asupra drumului pe care să-l urmeze şi nici asupra drumului pe care l-au urmat deja, până când sunt obligate să o facă prin observaţiile unui observator conştient. Am putea spune că par să nici nu existe retroactiv, decât dacă le observăm noi.

Prin urmare, ştiinţa occidentală a secolului XXI a ajuns la concepţia Orientului. Universul este suficient de sublim pentru ca această concepţie occidentală esenţial obiectivă, a conştiinţei care ar apărea din materie, şi concepţia orientală esenţial subiectivă, a materiei apărute din conştiinţă, să coexiste ca o altă dualitate ireductibilă. În mod evident, conştiinţa, materia şi energia sunt inextricabil legate.

Putem să subliniem aici o similitudine a mecanicii cuantice cu simularea pe computer a unei lumi virtuale. În programele de jocuri din zilele noastre care prezintă imagini ale unei lumi virtuale, porţiunile din mediu cu care utilizatorul nu interacţionează (respectiv porţiunile din afara ecranului) de obicei nu sunt prelucrate detaliat, în cel mai bun caz. Resursele limitate ale computerului sunt direcţionate înspre redarea porţiunii de lume pe care utilizatorul o vizualizează la un moment dat. Pe măsură ce acesta se concentrează asupra unui alt aspect, resursele computerului sunt imediat direcţionate către crearea şi prezentarea noii perspective. Pare, astfel, că porţiunile din lumea virtuală aflate în afara ecranului există, dar creatorii de *soft*-uri îşi spun că nu are niciun rost să irosească resurse importante ale computerului pe regiuni ale lumii simulate la care nu se uită nimeni.

Aş spune că teoria cuantică presupune o eficienţă similară în cazul lumii fizice. Particulele par să nu se decidă unde s-au aflat până când sunt obligate să facă acest lucru prin observare. Implicaţia este că porţiunile din lumea în care trăim nu sunt practic „redate" până când îşi îndreaptă atenţia asupra

lor un observator conștient oarecare. La urma urmelor, nu are niciun rost să se irosească resurse valoroase „de calcul" ale computerului celest care ne prezintă universul nostru. Acest fapt conferă noi semnificații întrebării referitoare la copacul neauzit care se prăbușește în mijlocul pădurii.

În sfârșit, predicția lui Turing pune în umbră modul în care va fi rezolvată tema gândului computerizat. Mașinile ne vor convinge că sunt conștiente, că își au propriile agende, care merită întregul nostru respect. Vom ajunge să credem că sunt conștiente în aceeași măsură în care credem unii despre alții că suntem conștienți. Și, chiar mult mai mult decât cu prietenii noștri din regnul animal, vom empatiza cu sentimentele și strădaniile mărturisite de ele, deoarece mințile lor se vor baza pe proiectul gândirii umane. Vor întrupa calitățile umane și vor pretinde că sunt umane. Iar noi le vom crede.

PE ACEASTĂ IDEE A CONȘTIINȚEI MULTIPLE, N-AȘ OBSERVA... VREAU SĂ SPUN, DACĂ AM DECIS SĂ FAC UN LUCRU ȘI ACEASTĂ ALTĂ CONȘTIINȚĂ DIN CAPUL MEU MI-A LUAT-O ÎNAINTE ȘI A DECIS ALTCEVA?

Credeam că ai decis să nu termini brioșa pe care tocmai ai devorat-o.

TOUCHÉ. ÎN REGULĂ, DECI ESTE UN EXEMPLU LEGAT DE CEEA CE AI VRUT SĂ SPUI?

Există un exemplu mai bun în *Society of Mind* de Marvin Minsky, în care el își imaginează mintea omului ca fiind o societate de alte minți: unora le plac brioșele, altele sunt infructuoase, altele sunt prea preocupate de sănătate, unele iau decizii, altele le încalcă. Fiecare dintre ele, la rândul ei, este făcută din mai multe societăți. La baza acestei ierarhii stau mici mecanisme numite de Minsky agenți, care sunt dotați cu puțină inteligență sau sunt complet lipsiți de inteligență. Este o viziune grăitoare a

organizării inteligenţei, incluzând fenomene cum ar fi emoţiile amestecate şi valorile contradictorii.

PARCĂ AR FI O AFIRMAŢIE DE APĂRARE ÎN TRIBUNAL. „NU, DOMNULE JUDECĂTOR, NU E VINA MEA. CEALALTĂ FATĂ DIN CAPUL MEU A COMIS FAPTA!"

Nu o să-ţi folosească prea mult, dacă judecătorul decide să o închidă pe cealaltă fată din capul tău.

ATUNCI SĂ SPERĂM CĂ ÎNTREAGA SOCIETATE DIN CAPUL MEU NU VA INTRA ÎN VREO ÎNCURCĂTURĂ. DAR CARE DINTRE MINŢILE DIN SOCIETATEA DE MINŢI DIN MINTEA MEA SUNT CONŞTIENTE?

Am putea să ne imaginăm că fiecare dintre aceste minţi din societatea minţilor este conştientă, cu toate că cele din rangul de jos au relativ puţine lucruri de care să fie conştiente. Sau, poate, conştiinţa este rezervată minţilor de ranguri superioare. Sau poate că numai anumite combinaţii de minţi de rang superior sunt conştiente, în vreme ce altele nu sunt. Sau poate că...

STAI AŞA, DE UNDE PUTEM ŞTI CARE ESTE RĂSPUNSUL?

Cred că chiar nu avem cum să ne dăm seama. Ce experiment am putea să realizăm, oare, care să dovedească în mod concludent că o entitate sau un proces este conştient? Dacă entitatea spune: „Hei, sunt conştientă", înseamnă că lucrurile s-au lămurit? Dacă entitatea este foarte convingătoare când îşi exprimă o pretinsă emoţie, este ceva hotărâtor? Dacă analizăm cu atenţie metodele interne şi vedem buclele de feedback prin care procesul se autoexaminează şi îşi răspunde singur, înseamnă că acesta e conştient? Dacă observăm anumite tipuri de tipare în conexiunile sale neuronale, este ceva convingător? Filosofi contemporani, cum ar fi Daniel Dermett, par să creadă că conştiinţa unei entităţi este un atribut testabil şi măsurabil. Însă eu cred că ştiinţa înseamnă în mod inerent realitate obiectivă. Nu văd cum ar putea ştiinţa să răzbată până la nivelul subiectiv.

POATE DACĂ CHESTIA TRECE TESTUL TURING?

Asta a avut Turing în minte. Lipsindu-i un mod imaginabil de construire a unui detector de conştiinţă, el a conceput o abordare practică, una care accentuează înclinaţia unică a omului către limbaj. Şi într-adevăr cred că Turing avea dreptate dintr-un punct de vedere – dacă o maşină poate să treacă un Test Turing valid, am putea crede că este conştientă. Desigur, în continuare, asta nu este o demonstraţie ştiinţifică.

Reciproca, pe de altă parte, e neconvingătoare. Balenele şi elefanţii au creiere mai mari decât ale noastre şi manifestă o gamă largă de comportamente pe care observatorii informaţi le consideră inteligente. Eu consider că aceste animale sunt conştiente, însă nu se află în poziţia de a trece Testul Turing.

LE-AR FI GREU SĂ APESE PE CHEILE MICI ALE TASTATURII COMPUTERULUI MEU.

Într-adevăr, nu au degete. De asemenea, nu au competenţe în domeniul limbajului uman. Testul Turing este în mod clar o măsurătoare din perspectivă umană.

EXISTĂ VREO RELAŢIE ÎNTRE CHESTIA ASTA CU CONŞTIINŢA ŞI TEMA TIMPULUI, DESPRE CARE AM VORBIT MAI DEVREME?

Da, în mod clar avem o conştientizare a timpului. Experienţa trecerii timpului pe care o trăim noi – şi reţine că subiectiv este un sinonim pentru conştient – este guvernată de viteza proceselor noastre obiective. Dacă modificăm această viteză prin alterarea substratului nostru de capacitate de calcul, ne afectăm percepţia timpului.

MAI SPUNE-MI O DATĂ.

Să luăm un exemplu. Dacă îţi scanez creierul şi sistemul nervos cu o tehnologie adecvată de scanare noninvazivă a începutului de secol XXI – poate o instalaţie de generare de imagini prin rezonanţă magnetică, de foarte înaltă rezoluţie, cu bandă foarte largă – şi constat care sunt toate procesele de prelucrare a informaţiilor semnificative, iar apoi descarc aceste informaţii în

computerul meu neuronal corespunzător de avansat, voi obţine un mic tu, ori cel puţin un cineva foarte asemănător cu tine, chiar aici, în computerul meu personal.

În cazul în care computerul meu personal este o reţea de neuroni simulaţi, realizaţi din materie electronică şi nu umană, versiunea ta din computerul meu va rula de aproximativ un milion de ori mai rapid. Prin urmare, o oră pentru tine ar însemna un milion de ore pentru tine, ceea ce înseamnă în jur de un secol.

OH, EXCELENT, MĂ ASCUNZI ÎN COMPUTERUL TĂU ŞI PE URMĂ UIŢI DE MINE UNUL SAU DOUĂ MILENII SUBIECTIVE.

Va trebui să fim atenţi în această privinţă, nu-i aşa?

Capitolul patru

O NOUĂ FORMĂ DE INTELIGENŢĂ PE PĂMÂNT

Mişcarea inteligenţei artificiale

Şi dacă aceste teorii chiar sunt adevărate şi am putea fi comprimaţi printr-o vrajă şi puşi în creierul cuiva în timp ce gândeşte? Am vedea toate pompele, pistoanele, angrenajele şi pârghiile la lucru şi am putea să descriem complet funcţionarea creierului, în termeni mecanici, prin aceasta descriind complet procesele de gândire. Însă această descriere nu ar conţine nicio referire la gânduri! Nu ar conţine altceva decât descrieri ale pompelor, pistoanelor şi pârghiilor!

– Gottfried Wilhelm Leibniz

Prostia Artificială (PA) poate fi definită drept o încercare a specialiştilor în computere de a provoca probleme de un tip asociat în mod normal cu gândirea umană.

– Wallace Marshal

Inteligenţa Artificială (IA) este ştiinţa de a determina maşinile să facă lucrurile pe care le fac în filme.

– Astro Teller

Balada lui Charles şi Ada

Revenind la evoluţia maşinilor inteligente, îl găsim pe Charles Babbage în încăperile Societăţii Analitice de la Cambridge, Anglia, în 1821, cu un tabel de logaritmi în faţa sa.

— Ei bine, Babbage, le ce te gândeşti? îl întreabă un alt membru, văzându-l pe jumătate adormit.

— Mă gândesc că toate aceste tabele ar putea fi calculate de maşini! îi răspunde Babbage.

Începând din acel moment, Babbage şi-a dedicat aproape întreaga activitate fundamentării unei viziuni fără precedent: primul computer programabil din lume. Deşi bazat exclusiv pe tehnologia mecanică a secolului al XIX-lea, „Motorul Analitic" al lui Babbage a fost un remarcabil precursor al computerului modern.[1]

Babbage a cultivat o relaţie cu frumoasa Ada Lovelace, singurul copil legitim al Lordului Byron, poetul. Ea a început să fie la fel de obsedată de proiect ca şi Babbage şi a contribuit cu numeroase idei la programarea maşinii – inclusiv cu cele legate de inventarea buclei de programare şi a subrutinei.* Ea a fost primul inginer de software din lume, cu siguranţă singurul astfel de inginer de dinaintea secolului XX.

Lovelace a dezvoltat semnificativ ideile lui Babbage şi a scris o lucrare pe tema tehnicilor de programare, a mostrelor de programe şi a potenţialului acestei tehnologii de a imita activităţi umane inteligente. Autoarea prezintă speculaţiile lui Babbage şi ale sale personale asupra capacităţii Motorului Analitic şi a viitoarelor maşini asemănătoare cu acesta de a juca şah şi a compune muzică. În încheiere, concluzionează că, deşi calculele efectuate de Motorul Analitic nu pot fi considerate propriu-zis „gândire", pot totuşi să îndeplinească activităţi care în alte condiţii ar solicita întrebuinţarea extinsă a gândirii umane.

Povestea lui Babbage şi Lovelace se încheie tragic. Ea a murit chinuită de dureri, din cauza unui cancer, la vârsta de treizeci şi şase de ani, lăsându-l pe Babbage din nou singur în continuarea căutărilor sale. În ciuda soluţiilor constructive ingenioase şi a eforturilor exhaustive, Motorul Analitic nu a fost terminat niciodată. Către sfârşitul vieţii, Babbage a remarcat faptul că nu

---

* În domeniul informaticii, subrutina (cunoscută şi ca procedură, funcţie, rutină, metodă sau subprogram) este o porţiune din cadrul unui program mai mare care îndeplineşte o funcţie specifică şi este relativ independentă de restul programului. Cum sugerează şi denumirea, „subprogram", subrutina se comportă foarte asemănător cu un program care este folosit ca pas într-un program mai mare sau într-un alt subprogram. Subrutina este adeseori programată astfel încât să poată fi apelată de mai multe ori şi/sau din mai multe locuri, în timpul executării unui program, inclusiv din alte subrutine, la care să se revină apoi după îndeplinirea sarcinii subrutinei.

avusese o singură zi fericită în toată viaţa sa. La funeraliile lui, în 1871, au fost prezente doar câteva persoane.[2]

Ideile lui Babbage au fost cele care au supravieţuit. Primul computer programabil american, Mark 1, terminat în 1944 de către Howard Aiken de la Universitatea Harvard şi IBM, a împrumutat din plin din arhitectura lui Babbage. Aiken comenta: „Dacă Babbage ar fi trăit cu şaptezeci de ani mai târziu, aş fi rămas fără slujbă."[3] Babbage şi Lovelace au fost inovatori cu aproape un secol înaintea vremii. În ciuda inabilităţii lui Babbage de a-şi finaliza vreuna dintre iniţiativele majore, conceptul unui computer cu program stocat – program capabil de automodificări, beneficiind de o memorie adresabilă, de ramificări condiţionale şi de capacitatea de a se autoprograma – continuă să constituie baza computerelor şi în zilele noastre.[4]

Intră din nou în scenă Alan Turing

În 1940, Hitler pusese stăpânire pe continentul european, iar Anglia se pregătea pentru o anticipată invazie. Guvernul britanic i-a reunit pe cei mai buni matematicieni şi ingineri din domeniul electricităţii, sub conducerea lui Alan Turing, dându-le misiunea de a sparge codurile militare germane. Era recunoscut faptul că, în condiţiile în care Germania se bucura de superioritatea forţelor aeriene, eşecul în îndeplinirea acestei misiuni avea toate şansele să însemne condamnarea naţiunii. Pentru a nu fi abătut de la sarcinile sale, grupul a trăit pe pajiştile liniştite din Hertfordshire, Anglia.

Turing şi colegii săi au construit primul computer operaţional din lume din relee telefonice şi l-au numit Robinson[5], după numele unui caricaturist popular care desenase maşinile „Rube Goldberg" (maşini foarte moderniste, cu multe mecanisme care interacţionau). Propriul Rube Goldberg al grupului a avut un succes strălucit şi le-a asigurat britanicilor transcrierea majorităţii copleşitoare a mesajelor naziste importante. Pe măsură ce germanii au dat o complexitate din ce în ce mai mare codurilor lor (adăugând maşinii lor de coduri Enigma cilindri de codificare suplimentari), Turing a înlocuit inteligenţa electromagnetică a

lui Robinson cu o versiune electronică denumită Colossus, construită din două mii de tuburi electronice. Colossus şi alte nouă maşini similare care funcţionau în paralel au asigurat decodificarea neîntreruptă a informaţiilor militare vitale pentru efortul de război al Aliaţilor.

Utilizarea acestor informaţii a necesitat acte supreme de disciplină din partea guvernului britanic. Oraşe care au fost bombardate de avioanele naziste nu au fost avertizate, pentru ca pregătirile să nu trezească suspiciunile germanilor privitoare la spargerea codurilor lor. Informaţiile asigurate de Robinson şi Colossus au fost folosite cu cea mai mare discreţie, însă spargerea Codului Enigma a fost suficientă pentru a permite Forţelor Aeriene Regale să câştige Bătălia Angliei.

Astfel, alimentată de exigenţele războiului şi beneficiind de o diversitate de tradiţii intelectuale, pe Pământ a apărut o nouă formă de inteligenţă.

Naşterea inteligenţei artificiale

Similitudinile dintre procesele de calcul şi gândirea umană nu au trecut neobservate de Turing. În afara faptului că a stabilit o mare parte din fundamentul teoretic al ştiinţei computerelor şi a inventat primul computer funcţional, Turing a avut un rol hotărâtor şi în primele eforturi de aplicare a acestei noi tehnologii la imitarea inteligenţei.

În lucrarea sa clasică din 1950, *Computing Machinery and Intelligence – Maşini şi inteligenţe computaţionale –*, Turing a trasat o agendă care avea să acapareze următoarea jumătate de secol de cercetări în domeniul computerelor: jocurile, luarea deciziilor, înţelegerea limbajului natural, traducerea, demonstrarea teoremelor şi, desigur, cifrarea şi spargerea cifrurilor.[6] A scris (împreună cu prietenul său, David Champernowne) primul program pentru un joc de şah.

Ca persoană, Turing era neconvenţional şi extrem de sensibil. Avea o gamă foarte variată de preocupări neobişnuite, de la vioară la morfogeneză (diferenţierea celulelor). Au existat unele relatări publice privitoare la homosexualitatea lui care l-au

tulburat profund. A murit la vârsta de 41 de ani, în urma unui presupus suicid.

Lucrurile grele au fost ușoare

În anii 1950, progresul a venit atât de rapid, încât unii dintre primii pionieri au crezut că era posibil ca stăpânirea fiziologiei creierului uman să nu fie chiar atât de dificilă în cele din urmă. În 1956, cercetătorii din domeniul inteligenței artificiale Allen Newell, J.C. Shaw și Herbert Simon au creat un program intitulat *Logic Theorist – Teoreticianul logic* – (iar în 1957 o versiune ulterioară, botezată *General Problem Solver – Rezolvitorul general de probleme*), care folosea tehnici recursive de cercetare pentru rezolvarea problemelor de matematică.[7] Recursivitatea, după cum vom vedea mai târziu în acest capitol, este o metodă eficientă de definire a unei soluții prin raportare la ea însăși. *Logic Theorist* și *General Problem Solver* au reușit să găsească dovezi pentru majoritatea teoremelor-cheie din lucrarea fundamentală a lui Bertrand Russell și Alfred North Whitehead asupra teoriei mulțimilor, *Principia Mathematica*[8], făcând inclusiv o demonstrație total originală a unei importante teoreme, fapt care nu mai fusese reușit vreodată. Aceste succese timpurii i-au determinat pe Simon și Newell să afirme, într-o lucrare din 1958, intitulată *Heuristic Problem Solving: The Next Advance in Operations Research – Rezolvarea euristică a problemelor: următorul progres în cercetarea operațiilor* –, că: „Actualmente, în lume există mașini care gândesc, care învață și creează. Mai mult, capacitatea lor de a realiza aceste lucruri va crește rapid până când – într-un viitor vizibil – gama problemelor de care se vor ocupa va fi la fel de largă ca și aceea de care s-a ocupat mintea omului."[9] Lucrarea continua cu anticiparea faptului că în decurs de zece ani (respectiv până în 1968) un computer digital avea să fie campion mondial de șah. Un deceniu mai târziu, Simon, fără să se pocăiască, anticipa că, înainte de 1985, „mașinile vor fi capabile să facă orice muncă pe care o face omul". Probabil că Simon intenționa să vină cu un comentariu favorabil privitor la capacitățile femeilor, însă predicția, în mod cert mai optimistă decât a lui

Turing, a pus într-o situaţie jenantă domeniul în curs de închegare al inteligenţei artificiale.

Domeniul a fost inhibat de această jenă până în zilele noastre, iar de atunci încoace cercetătorii inteligenţei artificiale s-au arătat reticenţi în privinţa pronosticurilor. În anul 1997, când Deep Blue l-a învins la şah pe Garry Kasparov, campionul mondial *en titre* al momentului, un eminent profesor a comentat că tot ce s-a putut afla a fost faptul că o partidă de şah la nivel de campion nu necesită, la urma urmelor, inteligenţă.[10] Afirmaţia sugera că includerea inteligenţei reale în maşini rămâne o operaţie foarte îndepărtată de posibilităţile noastre. Deşi nu vreau să exagerez semnificaţiile victoriei lui Deep Blue, cred că, din această perspectivă, vom descoperi în cele din urmă că nu există activitate umană care să necesite o inteligenţă „reală".

În cursul anilor 1960, domeniul academic al inteligenţei artificiale a început să formeze masa agendei pe care o descrisese Turing în 1950, cu rezultate încurajatoare sau frustrante, în funcţie de perspectivă. Programul *Student* al lui Daniel G. Bobrow putea să rezolve probleme de algebră după enunţuri în limba engleză şi se pare că a trecut cu bine teste de matematică la nivel de liceu.[11] Aceeaşi performanţă a fost raportată pentru programul *Analogy* al lui Thomas G. Evans, pentru rezolvarea problemelor IQ cu analogie geometrică.[12] Domeniul sistemelor expert a fost iniţiat de programul DENDRAL al lui Edward A. Feigenbaum, care putea să răspundă la întrebări despre compuşi chimici.[13] Iar înţelegerea limbajului natural şi-a avut debutul odată cu programul SHRDLU al lui Terry Winograd, care putea să înţeleagă orice propoziţie logică în limba engleză, câtă vreme aceasta se referea la cuburi colorate.[14]

Ideea de creare a unei noi forme de inteligenţă pe Pământ a apărut, însoţită de o pasiune intensă şi adeseori lipsită de spirit critic, simultan cu suportul material electronic pe care urma să se bazeze. Entuziasmul neînfrânat al pionierilor domeniului a condus de asemenea la critici largi la adresa acestor programe de la începuturi, din cauza incapacităţii lor de a reacţiona inteligent la o varietate de situaţii. Unii critici, cel mai notabil fiind filosoful existenţialist şi fenomenologul Hubert Dreyfus, au prezis

că mașinile nu vor egala niciodată nivelul de abilitate uman în domenii mergând de la jocul de șah la scrierea de cărți despre computere.

S-a dovedit că problemele considerate dificile – demonstrarea teoremelor din matematică, jucarea unei partide respectabile de șah, raționamentul în domenii cum ar fi chimia și medicina – erau simple și că acele computere din anii 1950 și 1960 capabile de executarea câtorva mii de instrucțiuni pe minut erau adeseori în stare de a da rezultate satisfăcătoare. Derutante s-au dovedit a fi unele abilități pe care le are și un copil de cinci ani: identificarea deosebirilor dintre un câine și o pisică sau înțelegerea unui desen animat. Vom răspunde mai pe larg de ce sunt dificile problemele simple în Partea a II-a.

În așteptarea adevăratei inteligențe artificiale

Anii 1980 au fost martorii comercializării inteligenței artificiale, cu înființarea și listarea la bursă a unui val de noi companii din acest domeniu. Din nefericire, mulți au făcut greșeala de a se concentra asupra unui puternic, dar ineficient limbaj denumit LISP, care era popular în cercurile academice legate de inteligența artificială. Eșecul comercial al limbajului LISP și al companiilor din domeniul inteligenței artificiale care puneau accentul pe el au generat un curent invers. Domeniul inteligenței artificiale a început să se descotorosească de disciplinele care îl constituiau, iar companiile din domeniul înțelegerii limbajului natural, al recunoașterii caracterelor și vorbirii, al roboticii, al vederii automate și din alte zone considerate inițial ca făcând parte din inteligența artificială au evitat asocierea cu eticheta domeniului.

Însă mașinile cu inteligență focalizată au devenit tot mai prezente. La mijlocul anilor 1990, am fost martorii dotării instituțiilor noastre financiare cu sisteme bazate pe tehnici statistice eficiente și adaptative. Piețele de acțiuni și de obligațiuni, piețele valutare, cele de mărfuri și alte piețe au ajuns să fie conduse și menținute de rețele computerizate, iar majoritatea deciziilor de vânzare și cumpărare au fost inițiate de programe de computer

care conţineau modele din ce în ce mai sofisticate ale pieţelor. În anul 1987, prăbuşirea pieţelor de acţiuni a fost pusă, în mare parte, pe seama interacţiunii rapide a programelor de tranzacţionare. Tendinţe care altminteri ar fi avut nevoie de săptămâni întregi pentru a se manifesta au apărut în doar câteva minute. Modificări adecvate ale acestor algoritmi au reuşit evitarea repetării performanţei.

Din anul 1990, electrocardiograma (EKG) a început să fie emisă cu tot cu diagnosticul computerului privitor la sănătatea cardiacă a pacienţilor. Programe inteligente de procesare a imaginilor le-au permis medicilor să pătrundă adânc în organismul şi creierul nostru, iar tehnologia computerizată a bioingineriei a permis crearea medicamentelor pe simulatoare biochimice. Persoanele cu dizabilităţi au fost în mod deosebit fericitele beneficiare ale epocii maşinilor inteligente. Maşinile de citit le citesc persoanelor oarbe şi dislexice încă din anii 1970, iar dispozitivele de recunoaştere a vorbirii şi cele robotice asistă persoanele cu dizabilităţi manuale încă din anii 1980.

Poate cea mai dramatică manifestare publică a valorilor în schimbare ale epocii cunoaşterii a avut loc în domeniul militar. Am văzut primul exemplu efectiv legat de rolul tot mai însemnat al maşinilor inteligente în Războiul din Golf, din 1991. Cheile de boltă ale puterii militare de la începutul istoriei consemnate şi până în cea mai mare parte a secolului XX – geografia, capacitatea umană, capacitatea de foc şi mijloacele de apărare pe câmpul de luptă – au fost înlocuite în mare parte de inteligenţa programelor şi a electronicii. Scanarea inteligentă prin intermediul vehiculelor aeropurtate, armele care îşi găsesc drumul către ţintă prin vizarea automată şi recunoaşterea tiparelor, comunicaţiile inteligente şi protocoalele de codificare, precum şi alte manifestări ale epocii informaţiei au transformat natura războiului.

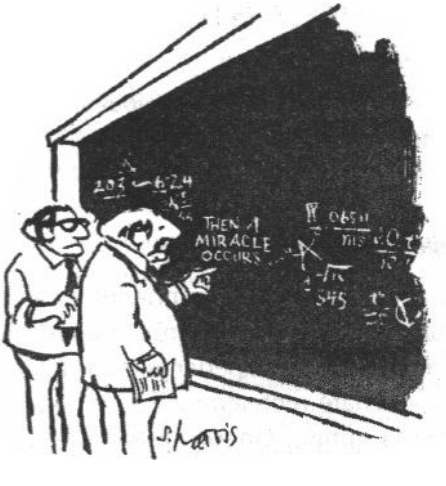
Speciile invizibile

Odată cu rolul tot mai important al maşinilor inteligente în toate aspectele vieţii noastre – militare, medicale, economice şi financiare, politice –, este ciudat să continui să citeşti articole cu

titluri precum *Ce s-o fi întâmplat cu inteligența artificială*? Este un fenomen care a fost anticipat de Turing: inteligența mașinilor va deveni într-o asemenea măsură atotprezentă, confortabilă și atât de bine integrată în economia noastră bazată pe informații, încât oamenii nici nu o vor mai observa.

Asta îmi amintește de indivizii care intră în pădurea tropicală și întreabă: „Unde sunt toate acele specii care se presupune că ar trăi aici?", când câteva duzini de specii de furnici mișună pe o rază de doar un metru și jumătate în jurul lor. Numeroasele specii de mașini inteligente s-au instalat atât de discret în pădurea noastră tropicală modernă, încât sunt absolut invizibile.

Turing a dat și o explicație motivului pentru care nu am recunoaște inteligența mașinilor noastre. În 1947, el a scris: „Măsura în care considerăm că un lucru are un comportament inteligent este determinată în în mod egal de chiar starea mentală și de pregătirea noastră, ca și de proprietățile obiectului pe care îl analizăm. Dacă suntem în măsură să-i explicăm și să-i prezicem comportamentul, suntem prea puțin tentați să ne imaginăm că este vorba de inteligență. Prin urmare, în cazul aceluiași obiect, este posibil ca o persoană să-l considere inteligent, iar o alta nu; a doua persoană i-a aflat regulile de comportare."



Cred că ar trebui să fii mai explicit aici, la pasul doi.

Îmi amintesc, de asemenea, definiţia dată de Elaine Rich inteligenţei artificiale, ca fiind „studiul modului cum computerele fac lucruri la care, deocamdată, oamenii sunt mai buni."

Soarta noastră de cercetători ai inteligenţei artificiale este să nu ajungem niciodată la morcovul care se leagănă în faţa ochilor noştri. Inteligenţa artificială este definită inerent drept căutarea problemelor dificile de ştiinţa computerelor care nu au fost încă rezolvate.

Formula inteligenţei

> *Programatorul e un creator de universuri în care el este şi unicul legiuitor... Niciun scenarist, niciun regizor, niciun împărat, indiferent cât de puternic, nu au exercitat vreodată o asemenea autoritate absolută în crearea unei scene sau a unui câmp de bătălie şi în comandarea unor actori sau trupe într-atât de ferm supuşi.*
>
> – Joseph Weizenbaum

> *Un castor şi un alt animal din pădure privesc un imens dig făcut de om. Castorul spune ceva de genul: „Nu, nu l-am construit eu. Dar se bazează pe o idee de-a mea."*
>
> – Edward Fredkin

> *Lucrurile simple ar trebui să fie simple; lucrurile complexe ar trebui să fie posibile.*
>
> – Alan Kay

Ce este inteligenţa?

Un scop al ei poate să fie supravieţuirea – evitarea unui duşman, căutarea hranei, găsirea unui adăpost. Sau poate fi comunicarea – relatarea unei experienţe, evocarea unui sentiment. Sau, poate, o activitate recreaţională – un joc, rezolvarea unui puzzle, prinderea mingii. Uneori înseamnă căutarea transcendenţei – crearea unei imagini, compunerea unui pasaj. Scopul poate să fie bine definit şi unic, ca în cazul soluţiei pentru o

problemă de matematică. Sau poate fi o expresie personală fără vreun răspuns absolut corect.

Părerea mea este că inteligența reprezintă capacitatea de folosire optimă a resurselor limitate – inclusiv timpul – pentru atingerea unor asemenea scopuri. Există o mulțime de alte definiții. Una dintre preferatele mele îi aparține lui R.W. Young, care definește inteligența ca fiind „acea facultate a minții prin care este percepută ordinea într-o situație anterior considerată de dezordine."[15] Legat de această definiție, vom constata că paradigmele discutate în continuare sunt cât se poate de adecvate.

Inteligența creează rapid planuri dătătoare de satisfacții, uneori surprinzătoare, care fac față unei multitudini de constrângeri. Produsele inteligenței pot fi deștepte, inventive, intuitive sau elegante. Uneori, ca în cazul soluției lui Turing pentru spargerea Codului Enigma, o rezolvare inteligentă manifestă toate aceste calități. Expediente modeste pot, din când în când, să producă accidental câte un răspuns inteligent, însă un proces cu adevărat inteligent, care generează în mod sistematic și garantat soluții inteligente, depășește în mod inerent o simplă rețetă. În mod clar, nu există nicio formulă simplă care să poată imita cel mai puternic fenomen din Univers: procesele complexe și misterioase ale inteligenței.

De fapt, greșesc. Tot ceea ce este necesar pentru rezolvarea unei game surprinzător de largi de probleme inteligente constă în metode simple combinate cu doze puternice de capacitate de calcul (calculul fiind la rândul lui un proces simplu, după cum a demonstrat Turing în anul 1936, când și-a imaginat Mașina Turing[16], un elegant model de capacitate de calcul) și cu exemple ale problemei. În unele cazuri, nici măcar nu avem nevoie de ultimul element; este suficientă doar o expunere bine definită a problemei.

Cât de departe putem merge cu aceste paradigme simple? Există vreo clasă de probleme inteligente pretabile la abordări simple, cu o altă clasă, mai penetrantă, aflată în afara posibilităților ei? Se dovedește că clasa de probleme rezolvabile prin abordări simple este foarte mare. În ultimă instanță, având la dispoziție o forță de calcul brută suficient de mare (care va exista din

belşug în secolul XXI) şi formule corecte în combinaţii adecvate, sunt puţine probleme definibile care să nu poată fi rezolvate. Poate cu excepţia următoareia: Care este setul complet şi unificator de formule care stă la baza inteligenţei?

Evoluţia a găsit un răspuns la această problemă în câteva miliarde de ani. Noi am început bine în câteva mii de ani. Este posibil să terminăm treaba în încă vreo câteva decenii.

Aceste metode, descrise pe scurt în continuare, sunt discutate mai detaliat în secţiunea suplimentară de la sfârşitul cărţii, „Cum se poate construi o maşină inteligentă în trei paradigme uşoare".

Hai să aruncăm o privire asupra câtorva paradigme simple, dar totuşi redutabile. Cu puţin exerciţiu, şi tu vei putea construi maşini inteligente.

Formula recurentă: este suficient să formulezi clar problema

O procedură recurentă este una care face apel la ea însăşi. Recurenţa este o abordare utilă pentru generarea tuturor posibilelor soluţii ale unei probleme sau, în contextul unui joc cum este şahul, a tuturor succesiunilor posibile mutări-contramutări.

Să ne gândim la jocul de şah. Construim un program intitulat „Alege mutarea cea mai bună" pentru selectarea fiecărei mutări. „Alege mutarea cea mai bună" debutează cu listarea tuturor posibilelor mutări din poziţia curentă de pe tablă. Aici intervine formularea atentă a problemei, deoarece, pentru generarea tuturor mutărilor posibile, trebuie să analizăm cu precizie regulile jocului. Pentru fiecare mutare, programul construieşte o tablă ipotetică, pe care se reflectă ce s-ar întâmpla dacă am face această mutare. Pentru fiecare asemenea tablă ipotetică, trebuie să ne gândim acum la felul cum ar reacţiona adversarul dacă am face mutarea respectivă. Acum intervine recurenţa, deoarece „Alege mutarea cea mai bună" pur şi simplu recurge la „Alege mutarea cea mai bună" (adică la el însuşi) pentru a alege cea mai bună mutare pentru adversar. Recurgând la el însuşi, jocul „Alege mutarea cea mai bună" listează apoi toate mutările legale pentru adversar.

Programul continuă să apeleze la el însuşi, analizând câte mutări în avans avem timp să evaluăm, ceea ce se concretizează în generarea unui imens arbore de mutări-contramutări. Este un alt exemplu de creştere exponenţială, deoarece anticiparea mutării unui singur partener necesită multiplicarea capacităţii disponibile de calcul de aproximativ cinci ori.

Cheia pentru formula recurentă este tăierea selectivă a acestui imens arbore de posibilităţi, în cele din urmă stopându-se dezvoltarea recurentă a copacului. În contextul jocului de şah, dacă tabla pare lipsită de perspective pentru ambii parteneri, programul poate să oprească expansiunea arborelui mutări-contramutări din acel punct (denumit „frunză terminală" a arborelui) şi să ia în calcul mutarea cea mai recent evaluată ca fiind posibilitatea de victorie sau înfrângere.

Când se încheie toate aceste apelări ale sale, programul va fi determinat deja cea mai bună mutare pentru configuraţia curentă a tablei, în limitele profunzimii expansiunii recurente pe care a avut timp să o analizeze.

Formula recurentă a fost suficient de bună pentru construirea unei maşini – un supercomputer IBM special conceput – care l-a înfrânt pe campionul mondial de şah (cu toate că Deep Blue îmbogăţeşte formula recurentă cu baze de date cu mutări ale celor mai mulţi mari maeştri ai acestui secol – XX, n.tr.). Cu zece ani în urmă, în *Epoca maşinilor inteligente*, am scos în evidenţă faptul că, în vreme ce computerele cele mai performante îşi îmbunătăţeau evaluările cu patruzeci şi cinci de puncte pe an, cei mai buni jucători umani progresau doar cu aproape... zero puncte. Această evoluţie a stabilit că 1998 avea să fie anul în care un computer urma să-l înfrângă pe campionul mondial la şah, termen care s-a dovedit mai pesimist cu un an. Sper că predicţiile mele din această carte vor fi mai precise.[17]

Regula noastră recurentă simplă joacă şah la nivel de clasă mondială. Atunci, o întrebare rezonabilă este: „Ce altceva mai poate să facă?" În mod sigur, putem substitui modulului care generează mutări de şah un modul programat cu regulile altui joc. Pune-i un modul care ştie regulile jocului de dame şi o să poţi de asemenea înfrânge aproape orice jucător uman. Recurenţa este

foarte bună şi la jocul de table. Programul lui Hans Berliner l-a înfrânt pe campionul uman la table pe computerele lente pe care le aveam în 1980.[18]

Formula recurentă este şi un matematician destul de bun. În acest caz, scopul este să se rezolve o problemă de matematică, aşa cum ar fi demonstrarea unei teoreme. Ca atare, regulile devin axiomele domeniului matematicii despre care este vorba, precum şi teoremele demonstrate anterior. Expansiunea în fiecare punct este reprezentată de posibilele axiome (sau teoreme demonstrate anterior) care pot fi aplicate demonstraţiei la fiecare pas. Aceasta a fost abordarea folosită de Allen Newell, J.C. Shaw şi Herbert Simon în cazul programului lor din 1957 *General Problem Solver*. Programul i-a întrecut pe Russell şi Whitehead la o serie de probleme grele de matematică, prin aceasta alimentând optimismul timpuriu din domeniul inteligenţei artificiale.

Din aceste exemple ar putea reieşi că recurenţa este adecvată numai în cazul problemelor pentru care avem reguli şi obiective clar definite. Dar s-a dovedit promiţătoare şi în cazul generării computerizate a creaţiilor artistice. Programul *Cybernetic Poet* al lui Ray Kurzweil, de exemplu, foloseşte o abordare recurentă.[19] El stabileşte o serie de obiective pentru fiecare cuvânt – să corespundă unui anumit tipar ritmic, unei anumite structuri poetice şi unei anumite alegeri a cuvintelor care este dezirabilă în punctul respectiv al poeziei. Dacă programul este inutilizabil pentru găsirea unui cuvânt care să corespundă acestor criterii, atunci revine şi şterge cuvântul scris anterior, restabileşte criteriile iniţiale pentru cuvântul proaspăt şters şi porneşte de acolo mai departe. Dacă şi în acest fel ajunge într-o fundătură, revine iarăşi. Şi tot merge aşa, înapoi şi înainte, în speranţa că se va „hotărî" la un moment dat. În cele din urmă, se străduieşte să se decidă relaxând unele dintre constrângeri, dacă toate căile alese îl duc în fundături. La urma urmelor, nu ştie nimeni că-şi încalcă propriile reguli.

Recurenţa este populară şi în cazul programelor care compun muzică.[20] În acest caz, „mutările" sunt bine definite. Le numim note şi au proprietăţi cum ar fi înălţime, durată, intensitate şi stil de interpretare. Obiectivele sunt mai uşor de îndeplinit, dar

sunt realizabile totuşi, fiind definite în termeni de structuri ritmice şi melodice. Cheia pentru programele artistice recurente este să definim evaluarea frunzei terminale. Abordările simple nu dau întotdeauna rezultate bune aici, iar unele dintre programele de artă şi muzică cibernetică despre care vom vorbi mai târziu folosesc metode complexe de evaluare a frunzelor terminale. Cu toate că deocamdată nu am imortalizat toată inteligenţa într-o formulă simplă, am făcut mari progrese cu această combinaţie simplă: definirea recurentă a unei soluţii prin formularea precisă a problemei şi o capacitate uriaşă de calcul. În cazul multor probleme, un computer personal de la sfârşitul secolului XX este suficient.

Reţele neuronale: autoorganizarea şi capacitatea umană de calcul

Paradigma reţelei neuronale este o tentativă de imitare a structurii de calcul a neuronilor din creierul omului. Începem cu un set de date iniţiale, care reprezintă problema ce trebuie rezolvată.[21] De exemplu, datele iniţiale pot fi un set de pixeli reprezentând o imagine care trebuie să fie identificată. Aceste date iniţiale sunt conectate aleatoriu la o reţea de neuroni simulaţi. Fiecare dintre aceşti neuroni pot fi programe simple de computer care simulează modelul unui neuron în *software*, ori pot fi aplicaţii electronice.

Fiecare punct al datelor iniţiale (de exemplu, fiecare pixel dintr-o imagine) este conectat aleatoriu la intrările primului strat de neuroni simulaţi. Fiecare conexiune are asociată o anumită tărie sinaptică, reprezentând importanţa acestei conexiuni. Aceste tării constituie de asemenea un set de valori aleatorii. Fiecare neuron acumulează semnalele care ajung la el. Dacă semnalele combinate depăşesc un anumit prag, neuronul transmite un semnal conexiunii sale de ieşire. Dacă semnalul combinat de intrare nu depăşeşte pragul, neuronul nu generează nimic şi produsul lui este zero. Produsul fiecărui neuron este conectat aleatoriu la intrările neuronilor următorului strat. La nivelul stratului superior, rezultatele unuia sau ale mai multor neuroni, de asemenea selectaţi aleatoriu, dau răspunsul.

O problemă, cum ar fi imaginea unui caracter tipărit care trebuie identificat, este prezentată stratului de intrare, iar neuronii de ieşire produc un răspuns. Aceste răspunsuri sunt remarcabil de precise pentru o gamă largă de probleme.

Totuşi, practic, răspunsurile nu sunt deloc precise. Cel puţin nu la început. Iniţial, rezultatele sunt complet aleatorii. Şi la ce altceva ai putea să te aştepţi, dat fiind faptul că întregul sistem este organizat absolut aleatoriu?

Am sărit o treaptă importantă şi anume aceea că reţeaua neuronală este obligată să înveţe materia. La fel ca şi creierul de mamifer, pe care îl are ca model, reţeaua neuronală este ignorantă la început. Profesorul reţelei neuronale, care poate să fie un om, un program de computer sau o altă reţea neuronală, mai matură, care şi-a învăţat deja lecţiile, îl recompensează pe învăţăcel atunci când răspunde corect şi-l pedepseşte când greşeşte. Acest feedback este folosit de reţeaua neuronală-învăţăcel pentru ajustarea tăriei fiecărei legături interneuronale. Conexiunile care corespund răspunsului corect sunt întărite. Cele care au sprijinit un răspuns greşit sunt slăbite. Cu timpul, reţeaua neuronală se organizează pentru a asigura răspunsurile corecte fără să mai fie monitorizată. Experimentele au demonstrat că reţelele neuronale pot să înveţe materia chiar şi de la profesori care nu prezintă garanţii. Chiar dacă profesorul răspunde corect în doar 60 la sută dintre cazuri, învăţăcelul neuronal tot îşi va învăţa lecţiile.

Dacă îl învăţăm bine pe învăţăcel care este reţeaua neuronală, această paradigmă devine puternică şi poate să imite o gamă largă de facultăţi umane de recunoaştere a tiparelor. Sistemele de recunoaştere a caracterelor folosind reţele neuronale multistrat se apropie foarte mult de performanţa umană în identificarea scrisului neglijent.[22] Recunoaşterea chipului uman a fost considerată vreme îndelungată o sarcină omenească impresionantă, depăşind capacităţile unui computer, dar, cu toate acestea, există actualmente maşini de transformare a cecurilor în numerar, puse la punct de o companie mică din New England, Miros, care folosesc software de reţele neuronale pentru a verifica identitatea clientului prin recunoaşterea chipului.[23] Nu încerca să păcăleşti o asemenea maşină ţinând fotografia altcuiva peste

chipul tău – mașina îți face o poză tridimensională, folosind două camere. În mod evident, mașinile sunt suficient de sigure pentru ca băncile să fie dispuse să lase utilizatorii să plece cu bani reali.

Rețelele neuronale au fost aplicate și diagnosticării medicale. Folosind un sistem denumit Brainmaker, de la California Scientific Software, medicii pot să recunoască rapid infarctul miocardic în funcție de datele enzimatice și pot să clasifice celulele canceroase după imagini. Rețelele neuronale sunt experte și în realizarea de predicții – LBS Capital Management folosește rețelele neuronale Brainmaker pentru prezicerea indicelui 500 al Standard & Poor.[24] Predicțiile lor „cu o zi înainte" și „cu o săptămână înainte" au depășit sistematic metodele tradiționale, bazate pe formule.

Actualmente, se află în uz o varietate de metode de autoorganizare care sunt verișoare matematice ale modelului rețelelor neuronale discutat mai înainte. Una dintre aceste tehnici, intitulată *Markov Models*, este larg folosită de sistemele automate de recunoaștere a vorbirii. Actualmente, asemenea sisteme pot să înțeleagă exact vorbirea umană cu un vocabular de până la șase mii de cuvinte, rostite de o manieră naturală, continuă.

În timp ce recurența este competentă în căutarea prin vaste combinații de posibilități, cum ar fi succesiunile de mutări de șah, rețeaua neuronală este o metodă preferată pentru recunoașterea tiparelor. Oamenii sunt cu mult mai abili în privința recunoașterii tiparelor decât în privința gândirii în combinații logice, astfel încât ne bazăm pe această aptitudine pentru majoritatea proceselor noastre mentale. Într-adevăr, recunoașterea tiparelor ocupă marea masă a circuitelor noastre neuronale. Aceste facultăți explică viteza extrem de redusă a neuronilor umani. Timpul de resetare la excitația neuronală este de cinci milisecunde, ceea ce permite doar aproximativ două sute de calcule pe secundă la nivelul fiecărei conexiuni neuronale.[25] Prin urmare, nu avem timp să gândim prea multe gânduri noi atunci când suntem presați să luăm o decizie. Creierul uman se bazează pe precalcularea analizelor sale și pe stocarea lor în vederea analizelor viitoare. Pe urmă, ne folosim capacitatea de recunoaștere a tiparelor pentru a identifica o situație ca fiind comparabilă cu una la care ne-am

gândit şi ca să putem pe urmă să ne bazăm pe concluziile avute în vedere anterior. Nu suntem capabili să ne gândim la chestiuni la care nu ne-am mai gândit de prea multe ori.

Distrugerea informaţiei: cheia inteligenţei

Există două tipuri de transformări ale operaţiilor efectuate de computer, unul în care informaţia este păstrată şi unul în care informaţia e distrusă. Un exemplu pentru primul tip îl reprezintă înmulţirea unui număr cu o altă constantă, diferită de zero. O asemenea conversie este reversibilă: împarţi rezultatul la constantă şi obţii numărul iniţial. Dacă, pe de altă parte, înmulţeşti un număr cu zero, informaţia iniţială nu mai poate fi restaurată. Nu poţi să împarţi la zero şi să obţii numărul original, deoarece zero împărţit la zero este nedeterminat. Prin urmare, acest tip de transformare distruge data iniţială.

Acesta este un alt exemplu de ireversibilitate a timpului (primul a fost Legea creşterii entropiei), deoarece nu există nicio cale de inversare a unei operaţii efectuate de computer cu distrugerea informaţiei.

Ireversibilitatea calculului efectuat de computer este adeseori citată ca motiv pentru care acest calcul este util: transformă informaţia de o manieră unidirecţională, „cu scop" Cu toate acestea, motivul pentru care operaţia efectuată de computer este ireversibilă se bazează pe capacitatea de distrugere a informaţiei, nu de creare a ei. Valoarea operaţiei realizate de computer stă tocmai în capacitatea lui de a distruge selectiv informaţia. De exemplu, în cazul unei funcţii de recunoaştere a unui tipar, cum ar fi recunoaşterea chipurilor sau a vorbirii, păstrarea caracteristicilor purtătoare de informaţii ale unui tipar, „distrugând" în acelaşi timp fluxul enorm de date din imaginea sau sunetul iniţiale, e esenţială pentru proces. Inteligenţa este exact procesul de selectare atentă a informaţiei relevante astfel încât ea să poată distruge cu abilitate şi scop restul.

Exact asta realizează paradigma reţelei neurale. Un neuron – uman sau artificial – primeşte sute sau mii de semnale continue, reprezentând un volum foarte mare de informaţii. Ca răspuns,

neuronul ori reacționează, ori nu reacționează, prin aceasta reducând murmurul confuz al influxului la un singur bit de informație. Odată rețeaua neuronală bine pregătită, această reducere a informației este țintită, utilă și necesară.

Vedem această paradigmă – reducerea fluxului enorm de informații complexe la un singur răspuns „Da" sau „Nu" – la numeroase niveluri ale comportamentului și ale societății umane. Gândește-te la torentul de informații care curge în cazul unui proces la tribunal. Rezultatul acestei activități în ansamblul ei este, în esență, un singur bit de informație – vinovat sau nevinovat, reclamant sau inculpat. Un proces în tribunal poate să presupună câteva asemenea decizii binare, însă demonstrația mea rămâne valabilă. Aceste rezultate simple „Da" sau „Nu" intră apoi în alte decizii și implicații. Să ne gândim la alegeri – același lucru – când fiecare dintre noi primește un vast flux de date (nu toate pertinente, probabil) și ia o decizie de 1 bit: titular sau pretendent. Această decizie se alătură apoi unor decizii similare, venite de la milioane de alți votanți, iar rezultatul final este iarăși un singur bit de informație.

În lume există prea multe date brute pentru a continua să le reținem pe toate. Prin urmare, distrugem încontinuu cea mai mare parte dintre ele, transmițând rezultatele la nivelul următor. Acesta este geniul din spatele reacției „Totul sau nimic" a neuronului.

Data viitoare când faci curățenia de primăvară și încerci să arunci lucruri și dosare vechi, vei ști de ce este atât de dificil – distrugerea cu un scop a informației este esența muncii inteligente.

Cum prinzi o minge din zbor

Când bâta lovește o minge aflată în zbor, aceasta urmează o traiectorie care poate fi anticipată în funcție de traiectoria ei inițială, de efect, viteză, precum și de direcția vântului. Pe de altă parte, jucătorul din afara câmpului nu este în măsură să evalueze niciuna dintre aceste proprietăți în mod direct și trebuie să le deducă în funcție de punctul său de observație. Să anticipezi încotro se va îndrepta mingea și încotro va trebui să se ducă jucătorul ar putea părea că necesită rezolvarea unui set absolut

copleşitor de ecuaţii simultane complexe. Aceste ecuaţii trebuie permanent refăcute, pe măsură ce sosesc noi date vizuale. Cum reuşeşte acest lucru o jucătoare de zece ani din liga de juniori, fără computer, fără calculator, fără hârtie şi creion, fără să urmeze un curs de analiză matematică şi având la dispoziţie doar câteva secunde?

Răspunsul este că nu are nevoie de toate acestea. Îşi foloseşte abilităţile de recunoaştere a tiparelor proprii reţelei neuronale, care îi asigură fundamentul pentru mare parte din formarea îndemânărilor. Reţelele neuronale ale unui copil de zece ani au exersat îndelung compararea zborului mingii cu propriile acţiuni. Din momentul în care copilul şi-a însuşit îndemânarea, aceasta îi devine o a doua natură, ceea ce înseamnă că habar n-are cum reuşeşte. Reţelele neuronale şi-au însuşit toate intuiţiile necesare: *Fac un pas înapoi dacă mingea se duce deasupra câmpului meu vizual; fac un pas înapoi dacă mingea coboară sub un anumit nivel în câmpul meu vizual şi nu mai urcă* şi aşa mai departe. Jucătorul uman nu rezolvă mintal ecuaţii. Şi asemenea calcule nu se întâmplă nici inconştient în creierul jucătorului. Ceea ce se întâmplă este o recunoaştere a tiparelor, fundamentul celei mai mari părţi a gândiri umane.

O cheie a inteligenţei este să ştii ce să nu calculezi. O persoană de succes nu este neapărat mai bună decât colegii săi cu mai puţin succes în rezolvarea problemelor; pur şi simplu, facultăţile sale de recunoaştere a problemelor au învăţat ce probleme merită rezolvate.

Construirea reţelelor de siliciu

Majoritatea aplicaţiilor pe computer ale unor reţele neuronale din zilele noastre simulează neuronii, pe care i-au luat drept model, în *software*. Asta înseamnă că aceste computere simulează un masiv proces paralel pe o maşină care efectuează doar câte un calcul odată. Programele de computer de tipul reţelelor neuronale care rulează pe computere personale necostisitoare pot să imite în jur de un milion de calcule prin conexiuni neuronale pe secundă, find adică de peste un miliard de ori mai

lente decât creierul uman (cu toate că putem îmbunătăți semnificativ această performanță realizând programul direct în limbajul mașinii). Însă, chiar și așa, *software*-urile conținând paradigma rețelei neuronale, rulate pe computere personale spre sfârșitului secolului XX, se vor apropia (s-au apropiat, n.tr.) foarte mult de capacitatea umană în cazul unor sarcini cum ar fi recunoașterea tipăriturilor, a vorbirii și a chipurilor.

Există un gen de *hardware* de computer neuronal, optimizat pentru rularea rețelelor neuronale. Aceste sisteme sunt într-o măsură modestă, nu masivă, paralele și sunt de aproximativ o mie de ori mai rapide decât software-ul de rețea neuronală de pe un computer personal. Asta înseamnă în continuare o viteză de un milion de ori mai mică decât a creierului uman.

Există o comunitate în curs de apariție de cercetători care intenționează să construiască rețele neuronale așa cum a stat în intenția naturii: masiv paralele, cu un mic computer dedicat pentru fiecare neuron. Laboratorul de Cercetări Avansate pentru Telecomunicații – Advanced Telecommunications Research Lab (ATR) –, un prestigios institut de cercetări din Kyoto, Japonia, construiește un asemenea creier artificial cu un miliard de neuroni electronici. Asta înseamnă în jur de unu la sută din numărul neuronilor din creierul uman, însă neuronii artificiali vor funcționa cu viteze electronice, ceea ce înseamnă că vor fi de un milion de ori mai rapizi decât neuronii umani. Viteza totală de calcul a creierului artificial de la ATR va fi, prin urmare, de mii de ori mai mare decât a creierului uman. Hugo de Garis, director al Brain Builder Group de la ATR, speră să-și inițieze creierul artificial în bazele limbajului uman și apoi să lase dispozitivul să citească liber – la viteze electronice – toată literatura de pe *web* care îl interesează.[26]

Oare modelul simplu al neuronului, pe care l-am discutat, corespunde modului de funcționare a neuronului uman? Răspunsul este da și nu. Pe de altă parte, neuronii umani sunt mai complecși și mai variați decât sugerează modelul. Tăriile conexiunilor sunt controlate prin multipli neurotransmițători și nu sunt suficient caracterizate de un singur număr. Creierul nu este un organ singular, ci o colecție de sute de organe specializate în

procesarea informaţiilor, fiecare având topologii şi organizări diferite. Pe de altă parte, pe măsură ce începem să examinăm algoritmii paraleli care stau la baza funcţionării neuronale în diferite regiuni, constatăm că mare parte din complexitatea proiectului şi a structurii neuronale are legătură cu susţinerea proceselor vitale neuronale şi nu este direct relevantă pentru modul în care manevrează informaţiile. Metodele dominante de calcul sunt relativ simple, dar variate. De exemplu, un cip de imagine creat de cercetătorul Carver Mead pare să capteze realist stadiile timpurii ale procesării imaginilor de către om.[27] Cu toate că organizarea acestui cip şi a altora similare diferă din mai multe puncte de vedere de modelele neuronale discutate anterior, aceste organizări sunt înţelese şi sunt rapid implementate în siliciu. Punerea la punct a unui catalog cu paradigmele de bază pe care le utilizează reţelele neuronale din creierul nostru – fiecare relativ simplă în felul său – va reprezenta un mare progres pentru înţelegerea inteligenţei umane şi pentru capacitatea noastră de recreare şi depăşire a ei.

Proiectul Căutarea Inteligenţelor Extraterestre – Search for Extra Terrestrial Intelligence (SETI) – este motivat de ideea că un contact cu modele inteligente ale unor entităţi inteligente care au evoluat altundeva reprezintă o vastă resursă pentru progresul înţelegerii ştiinţifice.[28] Însă avem o maşinărie inteligentă impresionantă şi puţin înţeleasă chiar aici, pe Pământ. O asemenea entitate – eu însumi, autorul pe care îl lecturezi acum – se află la mai puţin de un metru de computerul notebook căruia îi dictează această carte.[29] Putem învăţa foarte multe sondându-i secretele – şi o vom face.

Algoritmii evolutivi: accelerarea de un milion de ori a evoluţiei

Poftim un pont de investiţie: înainte să investeşti într-o companie, asigură-te că ai verificat performanţele managementului, stabilitatea situaţiei contabile, istoricul veniturilor companiei, tendinţele relevante din industria respectivă şi opiniile analiştilor. Dacă mă gândesc mai bine, e prea multă muncă. Iată o abordare mai simplă:

Mai întâi, generează aleatoriu (pe computerul personal, desigur) un milion de seturi de reguli pentru luarea deciziilor de investiții. Fiecare set de reguli trebuie să definească un set de declanșatori pentru cumpărarea și vânzarea de acțiuni (sau orice alte garanții), pe baza datelor financiare disponibile. Nu este greu, deoarece nu e necesar ca fiecare set de reguli să fie foarte logic. Înglobează fiecare set de reguli într-un organism *software* simulat cu reguli programate într-un „cromozom" digital. Acum evaluează fiecare organism simulat într-un mediu simulat prin folosirea unor date financiare reale – vei găsi o mulțime pe *web*. Lasă organismul *software* să investească bani simulați și vezi cum evoluează situația pe baza datelor istorice reale. Lasă-le pe cele care merg cu puțin mai bine decât mediile pe industrii să supraviețuiască până la următoarea generație. Ucide restul (scuze). Acum pune fiecare dintre organismele supraviețuitoare să se înmulțească până ajungi din nou la un milion de asemenea creaturi. Pe măsură ce se înmulțesc, permite producerea unor mutații (aleatorii) ale cromozomilor. În regulă, aceasta este o generație de evoluție simulată. Acum repetă pașii pentru încă o sută de mii de generații. La sfârșitul acestui proces, creaturile *software* supraviețuitoare ar trebui să fie niște investitori al naibii de deștepți. La urma urmelor, metodele lor au supraviețuit cale de o sută de mii de generații de selecție a evoluției.

În lumea reală, mai multe fonduri de investiții de succes cred actualmente că „creaturile" supraviețuitoare rezultate exact de pe urma unei asemenea evoluții simulate sunt mai deștepte decât bieții analiști umani. Compania State Street Global Advisors, care gestionează 3,7 mii de miliarde de dolari în fonduri de investiții, a făcut investiții majore aplicând atât algoritmi produși de rețele neuronale, cât și algoritmi evolutivi pentru luarea unor decizii de achiziție și vânzare. Acestea cuprind un pachet majoritar al companiei Advanced Investment Technologies, care deține un fond de investiții în cadrul căruia deciziile de achiziție și vânzare sunt luate de un program ce combină aceste metode.[30] Tehnicile de evoluție și asociate direcționează un fond de investiții de 95 de miliarde de dolari gestionat de Barclay's Global Investors, precum și fonduri de investiții conduse de Fidelity and Panagora Asset Management.

Paradigma de mai înainte se numeşte algoritm evolutiv (uneori denumit şi genetic).[31] Creatorii sistemului nu programează în mod direct o soluţie; ei lasă soluţia să apară printr-un proces iterativ de competiţie şi perfecţionare simulate. Aminteşte-ţi că evoluţia este deşteaptă dar lentă, aşadar, pentru amplificarea inteligenţei sale, îi reţinem discernământul, accelerându-i în acelaşi timp foarte mult ritmul greoi. Computerul este suficient de rapid pentru a simula mii de generaţii în câteva ore, zile sau săptămâni. Însă trebuie să trecem prin acest proces iterativ o singură dată. Din momentul în care evoluţia simulată şi-a încheiat derularea, putem aplica de o manieră rapidă regulile evoluate şi înalt rafinate unor probleme reale.

Asemenea reţelelor neuronale, algoritmii evolutivi reprezintă un mijloc de ţinere sub control a tiparelor subtile dar profunde care există în datele haotice. Resursa fundamentală necesară este o sursă de numeroase exemple ale problemei care trebuie rezolvată. În privinţa lumii financiare, aici în mod cert nu există o lipsă de informaţii haotice – fiecare secundă de tranzacţionare este disponibilă online.

Algoritmii evolutivi sunt specializaţi în rezolvarea problemelor cu prea multe variabile pentru a putea fi calculate ca soluţii analitice precise. Proiectarea unui motor cu reacţie implică peste o sută de variabile şi necesită zeci de constrângeri adecvate. Algoritmii evolutivi folosiţi de cercetătorii de la General Electric au putut să realizeze proiecte de motoare care răspund constrângerilor mai precis decât prin metodele convenţionale.

Algoritmii evolutivi, aparţinând domeniului Teoriei haosului sau complexităţii, sunt folosiţi din ce în ce mai mult pentru rezolvarea unor probleme de afaceri altminteri de nesoluţionat. General Motors a aplicat un algoritm evolutiv pentru coordonarea vopsirii maşinilor sale, ceea ce a redus schimbările costisitoare de culoare (prin care cabinele de vopsire sunt scoase din uz pentru schimbarea culorilor) cu 50 la sută. Volvo foloseşte algoritmii evolutivi pentru a planifica orare complexe în scopul producerii cabinelor de camioane Volvo 770. Cemex, o companie de ciment de 3 miliarde de dolari, utilizează o abordare similară pentru determinarea logisticii complexe de livrări.

Abordarea înlocuieşte din ce în ce mai mult metodele mai analitice din cadrul tuturor industriilor.

Această paradigmă este de asemenea expertă în recunoaşterea tiparelor. S-ar părea că algoritmii genetici contemporani care recunosc amprentele digitale, chipurile, scrisul de mână ar depăşi ca performanţe abordările prin reţele neuronale. Ei reprezintă, de asemenea, un mijloc rezonabil de scriere a programelor de computer, în special a programelor care necesită găsirea unor echilibre delicate pentru resurse concurente. Un binecunoscut exemplu este Windows 95 al companiei Microsoft, care conţine programe de echilibrare a resurselor sistemului care au evoluat în loc să fie explicit scrise de programatori umani.

În cazul algoritmilor evolutivi, trebuie să fii extrem de atent la ce anume ceri. John Koza descrie un program de evoluţie căruia i s-a cerut să rezolve o problemă legată de stivuirea unor blocuri. Programul a dezvoltat o soluţie care corespundea perfect tuturor constrângerilor problemei, cu excepţia faptului că presupunea 2.319 mişcări ale blocurilor, cu mult mai mult decât ar fi fost practic. Aparent, creatorii programului au neglijat faptul că era de dorit o minimalizare a numărului de mişcări ale blocurilor. Koza a comentat că „programarea genetică ne-a dat exact ceea ce am cerut, nici mai mult şi nici mai puţin"

Autoorganizarea

Reţelele neuronale şi algoritmii evolutivi reprezintă metode emergente autoorganizate, deoarece rezultatele nu sunt predictibile şi pe bună dreptate li se par adeseori surprinzătoare creatorilor umani ai acestor sisteme. Procesul prin care trec programele autoorganizate pentru rezolvarea unei probleme este adeseori impredictibil. De exemplu, o reţea neuronală şi un algoritm evolutiv pot să treacă prin sute de repetiţii, progresând aparent lent, iar apoi, dintr-odată – ca şi cum procesul ar fi atins instantaneu de aripa inspiraţiei –, lucrurile se pun în mişcare şi apare rapid o soluţie.

Din ce în ce mai mult, ne vom construi maşinile inteligente prin descompunerea problemelor complexe (cum ar fi înţelegerea

limbajului uman) în subsarcini mai mici, fiecare cu propriul program autoorganizat. Asemenea sisteme stratificate emergente vor avea muchii mai estompate în limitele de specialitate corespunzătoare şi vor manifesta o mai mare flexibilitate în abordarea ambiguităţii inerente a lumii reale.

Natura holografică a memoriei umane

Sfântul Graal al domeniului achiziţiei de informaţie îl reprezintă automatizarea procesului de învăţare, lăsarea liberă a maşinilor în lume (sau, pentru început, pe *web*) ca să-şi adune singure cunoaşterea. În esenţă, exact asta permit metodele Teoriei haosului – reţelele neuronale, algoritmii evolutivi şi verii lor matematici. Odată ce aceste metode converg către o soluţie optimă, tiparele tăriei conexiunilor neuronale sau cromozomii digitali evoluaţi reprezintă o formă de cunoaştere care este stocată pentru utilizarea sa în viitor.

Pe de altă parte însă, o asemenea cunoaştere este greu de interpretat. Cunoaşterea înglobată într-un software de genul reţea neuronală, care a fost antrenat să identifice chipul uman, constă într-o topologie de reţea şi un tipar de tării ale conexiunilor neuronale. Se descurcă de minune să recunoască chipul lui Sally, dar nu există nimic evident care să explice dacă faţa este recognoscibilă datorită ochilor adânciţi în orbite şi nasului subţire cu vârful în vânt. Putem antrena o reţea neuronală să recunoască mutările bune din cursul unei partide de şah, dar ea tot nu va fi capabilă să explice argumentaţia.

Aceeaşi observaţie este valabilă şi pentru memoria umană. În creierul nostru nu există nicio structură de date, oricât de neînsemnată, care să înregistreze natura unui scaun ca fiind o platformă orizontală cu mai multe beţe verticale şi, opţional, cu un spătar. În schimb, miile de experienţe ale noastre legate de scaune sunt reprezentate difuz în reţelele noastre neuronale. Nu suntem capabili să ne amintim fiecare experienţă pe care am avut-o cu un scaun, însă fiece ocazie şi-a lăsat amprenta pe tiparul tăriei conexiunilor neuronale, care ne reflectă cunoştinţele despre scaune. În mod similar, nu există nicio localizare precisă

în creierul nostru pentru stocarea chipului unui prieten. Acesta este memorat sub forma unui tipar difuz de tării sinaptice.

Cu toate că nu înțelegem deocamdată mecanismele precise responsabile de memoria umană – și este foarte posibil ca planul să difere de la o regiune a creierului la alta –, știm în schimb că, pentru cea mai mare parte a memoriei umane, informația este distribuită în toată regiunea particulară a creierului. Dacă te-ai jucat vreodată cu o hologramă vizuală, vei aprecia beneficiile metodei difuze de stocare și organizare a informațiilor. Holograma este o porțiune de film care conține un tipar de interferență produs prin interacțiunea a două seturi de unde luminoase. O undă vine de la un cadru iluminat de un laser. Cealaltă vine direct de la același laser. Dacă iluminăm holograma, aceasta recreează un front de undă luminoasă identic cu undele luminoase care vin de la obiectele originale. Impresia este că privești cadrul original tridimensional. Spre deosebire de o imagine obișnuită, dacă holograma este tăiată în două, nu ne alegem cu câte o jumătate de imagine, ci o avem în continuare pe toată, doar cu rezoluția redusă la jumătate. Putem spune că există întreaga imagine, în orice punct, numai că la rezoluție zero. Dacă zgârii o hologramă, practic nu produci niciun efect, deoarece rezoluția este redusă nesemnificativ. Pe imaginea tridimensională reconstruită nu este vizibilă nicio urmă pe care ar putea să o lase o zgârietură. Implicația este aceea că holograma se degradează *grațios*.

Același lucru este valabil și pentru memoria umană. Pierdem mii de celule nervoase în fiecare oră, dar acest fapt nu are practic vreun efect, datorită naturii profund difuze a proceselor noastre mentale.[32] Niciuna dintre celulele noastre cerebrale individuale nu este atât de importantă – nu există un Președinte Director General al neuronilor.

O altă implicație a stocării memoriei după un tipar difuz este că înțelegem foarte puțin sau deloc modul în care realizăm majoritatea sarcinilor și abilităților de recunoaștere. Când jucăm baseball, simțim că trebuie să facem un pas în spate în clipa când mingea depășește în sus câmpul vizual, dar majoritatea dintre noi este incapabilă să exprime această regulă implicită, care este

codificată în reţeaua noastră neuronală pentru prinderea mingii din zbor.

Există un organ cerebral optimizat pentru înţelegerea şi articularea proceselor logice şi acesta este stratul exterior al creierului, denumit cortex cerebral sau scoarţă cerebrală. Spre deosebire de restul creierului, acest progres evoluţionist relativ recent este cât se poate de plat, având o grosime de circa 3 milimetri, şi cuprinde numai 8 milioane de neuroni.[33] Acest organ cutat într-un mod foarte elaborat ne asigură toată competenţa, mai redusă sau mai mare, pe care o deţinem pentru a înţelege ce facem şi cum facem ce facem.

Actualmente este în desfăşurare o dezbatere asupra metodelor folosite de creier pentru menţinerea memoriei pe termen lung. În vreme ce impresiile noastre senzoriale, abilităţile şi măiestria de recunoaştere curent active par să fie codificate într-un tipar difuz de tării sinaptice, s-ar putea ca memoria pe termen lung să fie codificată chimic fie în acidul ribonucleic (ARN), fie în peptide, compuşi chimici similari hormonilor. Chiar dacă este vorba despre o codificare chimică a memoriei pe termen lung, acestea par totuşi să împărtăşească atributele holografice ale celorlalte procese mentale ale noastre.

Pe lângă dificultatea de înţelegere şi explicare a memoriei şi intuiţiilor, care sunt reprezentate doar ca tipare difuze (ceea ce este adevărat atât pentru om, cât şi pentru maşină), o altă provocare o reprezintă asigurarea experienţelor necesare din care să se poată învăţa. În cazul oamenilor, aceasta este misiunea instituţiilor de învăţământ. În cazul maşinilor, crearea mediului adecvat de învăţare este de asemenea o provocare majoră. De exemplu, în activitatea noastră de la Kurzweil Applied Intelligence (actualmente parte a Lernout & Hauspie Speech Products) pentru dezvoltarea recunoaşterii vorbirii asistate de computer, lăsăm sistemele să înveţe singure despre vorbire şi tiparele lingvistice, însă trebuie să le punem la dispoziţie mii de ore de înregistrări ale vorbirii umane şi texte scrise compuse din milioane de cuvinte, cu ajutorul cărora să-şi descopere singure propriul discernământ.[34] Asigurarea educaţiei unei reţele neuronale constituie, de obicei, cea mai solicitantă sarcină inginerească.

MI SE PARE POTRIVIT CĂ FIICA UNUIA DINTRE CEI MAI MARI POEȚI ROMANTICI A FOST PRIMUL PROGRAMATOR.

Da – și a fost și unul dintre primii oameni care au speculat pe tema abilității unui computer de a crea propriu-zis artă. În plus, cu siguranță, a fost primul om care a făcut-o cu o tehnologie reală în minte.

O TEHNOLOGIE CARE NU A FUNCȚIONAT VREODATĂ.

Din nefericire, este adevărat.

ÎN PRIVINȚA TEHNOLOGIEI, AI SPUS CĂ RĂZBOIUL ESTE ADEVĂRATUL PĂRINTE AL INVENȚIEI – NUMEROASE TEHNOLOGII AU FOST ÎNTR-ADEVĂR PERFECȚIONATE ÎN GRABĂ, ÎN CURSUL PRIMULUI ȘI AL CELUI DE-AL DOILEA RĂZBOI MONDIAL.

Inclusiv computerul. Și acest fapt a schimbat cursul teatrului european de operațiuni în al Doilea Război Mondial.

PRIN URMARE, ESTE VORBA DESPRE CONTURUL ARGINTIU AL NORULUI NEGRU REPREZENTAT DE MĂCEL?

Ludiții n-ar vedea lucrurile astfel. Dar s-ar putea spune și așa, cel puțin dacă primești cu brațele deschise progresul rapid al tehnologiei.

LUDIȚII? AM AUZIT DE EI.

Da, au reprezentat prima mișcare organizată care s-a opus tehnologiei mecanizate a Revoluției Industriale. Acestor țesători englezi li s-a părut evident că, odată cu mașinile care îi permiteau unui muncitor mecanizat să obțină o producție la fel de mare ca o duzină sau mai mulți lucrători fără mașini, în curând numai o mică elită avea să se mai bucure de un loc de muncă. Dar lucrurile nu au mers chiar așa. În loc să se producă același volum de marfă, dar cu o forță de muncă mai restrânsă, cererea pentru îmbrăcăminte a crescut odată cu oferta. Clasa de mijloc aflată în expansiune nu mai era satisfăcută să posede numai una sau două cămăși. Iar bărbatul și femeia de rând își puteau permite,

pentru prima oară, îmbrăcăminte bine făcută. Au răsărit noi industrii pentru proiectarea, manufacturarea şi întreţinerea noilor maşini, creând locuri de muncă de un gen mai sofisticat. Aşadar, prosperitatea care a rezultat şi o oarecare represiune din partea autorităţilor britanice au dus la dispariţia mişcării ludite.

LUDIŢII NU MAI EXISTĂ?

Mişcarea s-a perpetuat ca simbol al opoziţiei faţă de maşini. Până în acest moment, rămâne întrucâtva demodată, din cauza recunoaşterii largi a beneficiilor aduse de automatizare. Cu toate acestea însă, pândeşte nu departe de suprafaţa apelor şi va reveni cu gânduri de răzbunare la începutul secolului XXI.

AU DREPTATE, NU?

Sigur, însă o opoziţie reflexivă faţă de tehnologie nu este prea fructuoasă în lumea de astăzi. Pe de altă parte, e important să se recunoască faptul că tehnologia înseamnă putere. Trebuie să aplicăm utilizării ei valorile umane.

ASTA ÎMI AMINTEŞTE DE DICTONUL „CUNOAŞTEREA ÎNSEAMNĂ PUTERE" AL LUI LAO-TZU.

Da, tehnologia şi cunoaşterea sunt foarte asemănătoare – tehnologia poate fi exprimată drept cunoaştere. Iar tehnologia înseamnă în mod evident putere asupra forţelor altminteri haotice. Deoarece războiul este o luptă pentru putere, nu e surprinzător că tehnologia şi războiul sunt legate. Cu privire la valoarea tehnologiei, gândeşte-te la tehnologia timpurie a focului. Focul este un lucru bun?

ESTE EXCELENT DACĂ VREI SĂ PREPARI NIŞTE BEZELE.

Într-adevăr, dar nu este prea grozav dacă te arzi la mână sau treci pădurea prin foc.

CREDEAM CĂ EŞTI UN OPTIMIST!

Am fost acuzat de aşa ceva şi optimismul meu justifică probabil credinţa mea generală în capacitatea omenirii de a controla forţele pe care le dezlănţuie.

CREDINȚĂ? SPUI CĂ TREBUIE SĂ CREDEM PUR ȘI SIMPLU ÎN LATURA POZITIVĂ A TEHNOLOGIEI?

Cred că ar fi mai bine dacă am face din tehnologie un scop și nu o credință.

AR PĂREA CĂ ENTUZIAȘTII TEHNOLOGIEI ȘI LUDIȚII SUNT DE ACORD ÎN PRIVINȚA UNUI ASPECT – TEHNOLOGIA POATE SĂ FIE ATÂT UTILĂ, CÂT ȘI NOCIVĂ.

Este corect; e mai curând un echilibru foarte delicat.

S-AR PUTEA SĂ NU MAI RĂMÂNĂ LA FEL DE DELICAT DACĂ SE ÎNTÂMPLĂ VREO NENOROCIRE MAJORĂ.

Da, acest lucru ne poate face pe toți pesimiști.

CE SE ÎNTÂMPLĂ, ACESTE PARADIGME PENTRU INTELIGENȚĂ CHIAR SUNT ATÂT DE SIMPLE?

Da și nu. Ceea ce vreau eu să spun în legătură cu simplitatea este că putem ajunge foarte departe în capturarea inteligenței prin abordări simple. Trupurile și creierele noastre au fost concepute printr-o paradigmă simplă a evoluției – și pe parcursul câtorva miliarde de ani. Desigur, când noi, inginerii, terminăm de implementat aceste metode simple în programele noastre de computer, reușim să le complicăm din nou. Însă faptul se întâmplă doar din cauza lipsei noastre de eleganță. Adevărata eleganță survine când aceste metode care se autoorganizează întâlnesc haosul lumii reale. Dacă vrem să construim mașini cu adevărat inteligente, care în cele din urmă să manifeste capacitatea noastră umană de a încadra lucrurile într-o mare varietate de contexte, atunci trebuie neapărat să includem în ele și o anumită cunoaștere a încurcăturilor lumii.

ÎN REGULĂ, HAI SĂ FIM O CLIPĂ PRACTICI. ACESTE PROGRAME DE INVESTIȚII BAZATE PE EVOLUȚIE CHIAR SUNT MAI BUNE DECÂT OAMENII? VREAU SĂ SPUN: AR TREBUI SĂ MĂ DESCOTOROSESC DE AGENTUL MEU DE BURSĂ – NU CĂ AȘ AVEA VREO AVERE IMENSĂ SAU MAI ȘTIU EU CE?

În momentul în care scriu aceste rânduri, este o chestiune controversată. În mod sigur, agenții de bursă și analiștii nu sunt de

acord. Actualmente există mai multe mari fonduri de investiţii care folosesc algoritmi genetici şi tehnici matematice asociate ce par să depăşească performanţele fondurilor de investiţii tradiţionale. Analiştii estimează că, în 1998, deciziile investiţionale pentru 5 la sută dintre investiţiile în acţiuni şi un procent şi mai mare pentru banii investiţi pe pieţele derivatelor se iau pe baza acestui tip de program, respectivele procente aflându-se într-o creştere rapidă. Controversa nu va dura, deoarece va deveni evident cât de curând că ar fi o greşeală să se lase asemenea decizii la latitudinea factorului uman.

Avantajele inteligenţei computerizate în fiecare domeniu vor deveni din ce în ce mai clare pe măsura trecerii timpului şi pe măsură ce şurubul lui Moore va continua să se strângă. Pe parcursul următorilor câţiva ani, va deveni clar faptul că aceste tehnici computerizate pot să identifice oportunităţi de arbitraj extrem de subtile, pe care analiştii umani le percep, în cel mai bun caz, mult mai lent.

DACĂ TOATĂ LUMEA ÎNCEPE SĂ INVESTEASCĂ ÎN ACEST FEL, NU O SĂ APARĂ CEVA ECHIVALENT CU RUINAREA AVANTAJULUI?

Sigur, dar asta nu înseamnă că vom reveni la luarea deciziilor de către omul neasistat. Nu toţi algoritmii genetici se nasc egali. Cu cât modelul este mai sofisticat, cu cât sunt analizate mai multe date actualizate şi cu cât sunt mai puternice computerele care realizează analizele, cu atât mai bune vor fi deciziile. De exemplu, va fi important să se reruleze zilnic analiza de evoluţie, pentru a se profita de tendinţele cele mai recente, tendinţe care vor fi influenţate de faptul că tot restul lumii va folosi de asemenea algoritmii evolutivi şi alţi algoritmi adaptativi. După asta, va trebui să rulăm analizele la fiecare oră şi apoi minut de minut, pe măsură ce sensibilitatea pieţelor creşte tot mai mult. Provocarea, aici, este că algoritmii evolutivi au nevoie de un timp oarecare pentru a rula, deoarece trebuie să simulăm mii sau milioane de generaţii de evoluţie. Prin urmare, există loc pentru concurenţă.

ACESTE PROGRAME DE EVOLUȚIE ÎNCEARCĂ SĂ ANTICIPEZE CE VOR FACE INVESTITORII UMANI. CE SE ÎNTÂMPLĂ CÂND CEA MAI MARE PARTE A INVESTIȚIILOR SE REALIZEAZĂ PRIN PROGRAME DE EVOLUȚIE? ȘI ATUNCI CE VOR MAI ANTICIPA ELE?

Bună întrebare – va continua să mai existe o piață, motiv pentru care presupun că vor încerca să se întrecă în anticipări.

ÎN REGULĂ, POATE CĂ AGENTA MEA DE BURSĂ VA ÎNCEPE SĂ FOLOSEASCĂ ȘI EA ACESTE TEHNICI. O S-O SUN. ÎNSĂ AGENTA MEA ARE CEVA CE NU AU EVOLUȚIILE COMPUTERIZATE ȘI ANUME ACELE TĂRII SINAPTICE DIFUZE LA CARE TE-AI REFERIT TU.

Practic, programele de investiții computerizate folosesc atât algoritmii evolutivi, cât și rețelele neuronale, însă rețelele neuronale nu sunt nici pe departe, deocamdată, la fel de flexibile ca varietatea umană.

ACEASTĂ IDEE CĂ NU ÎNȚELEG CU ADEVĂRAT CUM RECUNOSC LUCRURILE DEOARECE MATERIALUL MEU DE RECUNOAȘTERE A TIPARELOR ESTE DIFUZ ÎNTR-O ÎNTREAGĂ REGIUNE A CREIERULUI...

Da.

MDA, AR PĂREA SĂ EXPLICE VREO CÂTEVA LUCRURI. CA DE EXEMPLU CÂND MI SE PARE CĂ ȘTIU UNDE SUNT CHEILE, CHIAR DACĂ NU-MI AMINTESC SĂ LE FI PUS ACOLO. SAU BĂTRÂNICA ARHETIPALĂ CARE ȘTIE CÂND SE APROPIE FURTUNA, DAR NU POATE SĂ EXPLICE DE UNDE ȘTIE ACEST LUCRU.

De fapt, este un bun exemplu de putere de recunoaștere umană a tiparelor. Femeia în vârstă are o rețea neuronală stimulată de o anumită combinație de alte percepții – mișcările animalelor, direcția obișnuită a vântului, culoarea cerului, schimbările atmosferice și așa mai departe. Detectorul ei neuronal de furtuni se declanșează și ea simte furtuna, dar nu ar putea să explice vreodată ce anume i-a determinat sentimentul apropiatei izbucniri a acesteia.

DECI AŞA DESCOPERIM INTUIŢIA ÎN ŞTIINŢĂ? PUR ŞI SIMPLU AVEM SENTIMENTUL UNUI NOU TIPAR?

Este clar că facultăţile de recunoaştere a tiparelor pe care le posedă creierul nostru joacă un rol central, deşi deocamdată nu avem o teorie complet satisfăcătoare cu privire la creativitatea umană în ştiinţă. Mai bine ne-am folosi de recunoaşterea tiparelor. La urma urmelor, cea mai mare parte a creierului nostru îi este dedicată.

DECI, CÂND EINSTEIN SE OCUPA DE EFECTUL GRAVITAŢIEI ASUPRA UNDELOR LUMINOASE – PROFESORUL MEU DE ŞTIINŢĂ CHIAR NE-A VORBIT DESPRE ASTA –, S-A DECLANŞAT UNUL DINTRE MICII AGENŢI DE RECUNOAŞTERE DE TIPARE DIN CREIERUL LUI EINSTEIN?

Posibil. Probabil se juca cu mingea cu unul dintre băieţii lui. A văzut mingea rostogolindu-se pe o suprafaţă curbă...

ŞI A TRAS CONCLUZIA – EVRIKA! – SPAŢIUL ESTE CURB!

Capitolul cinci

CONTEXT ŞI CUNOAŞTERE

Lucrurile puse cap la cap

Prin urmare, cât de bine ne-am descurcat? Multe probleme aparent dificile cedează la aplicarea câtorva formule simple. Formula recurentă domină în analizarea problemelor care manifestă o inerentă explozie combinatorică, mergând de la jocurile pe table de joc la demonstrarea teoremelor din matematică. Reţelele neuronale şi paradigmele înrudite autoorganizate imită facultăţile noastre de recunoaştere a tiparelor şi se descurcă foarte bine în discernerea unor fenomene diverse cum ar fi vorbirea umană, formele scrisorilor, obiectele vizuale, chipurile, amprentele digitale şi imaginile formelor de teren. Algoritmii evolutivi sunt eficienţi în analiza problemelor complexe, mergând de la luarea deciziilor de investiţii financiare şi până la optimizarea proceselor industriale, în care numărul variabilelor este prea mare pentru soluţii analitice precise. Aş vrea să susţin că aceia dintre noi care au cercetat şi pus la punct sisteme computerizate „inteligente" au stăpânit complexitatea problemelor pentru a căror rezolvare ne programăm maşinile. Pe de altă parte însă, sunt mai dese cazurile în care computerele noastre care folosesc aceste paradigme autoorganizate ne arată nouă soluţiile şi nu invers.

Desigur, este vorba şi de capacitate inginerească. Trebuie să fie alese metoda (metodele) şi variantele corecte, trebuie să fie adaptate topologia şi arhitecturile, trebuie să fie stabiliţi parametrii adecvaţi. În cazul unui algoritm evolutiv, de exemplu, proiectantul sistemului trebuie să determine numărul de organisme simulate, conţinutul fiecărui cromozom, natura mediului simulat şi a mecanismului de supravieţuire, numărul de organisme care trebuie să supravieţuiască dând naştere următoarei generaţii, numărul de generaţii şi alte specificaţii esenţiale. Programatorii

umani au la dispoziţie metoda evolutivă specifică omului pentru luarea unor asemenea decizii, pe care o numim metoda încercărilor succesive. De aceea, va mai dura o vreme până când, în calitatea noastră de proiectanţi ai maşinilor inteligente, vom fi şi noi înlocuiţi de creaţiile noastre.

Şi totuşi, lipseşte ceva. Problemele şi soluţiile pe care le-am discutat sunt excesiv de concentrate şi de înguste. Ca să mă exprim altfel – sunt prea adulte. Adulţi fiind, ne concentrăm asupra problemelor comprimate – fondurile de investiţii, alegerea unui plan de marketing, punctarea unei strategii juridice, efectuarea unei mutări la şah. Însă, copii fiind, ne-am confruntat cu lumea în întreaga ei diversitate şi am învăţat relaţiile cu ea şi cu fiecare altă entitate şi alt concept. Am învăţat contextul.

După cum se exprimă Marvin Minsky: „Poate că Deep Blue este capabil să câştige la şah, dar nu ştie să intre în casă dacă afară plouă." Fiind o maşină, este posibil să nu aibă nevoie să intre în casă din ploaie, dar s-a gândit vreodată la această decizie? Să ne gândim la aceste posibile gânduri profunde ale lui Deep Blue:

> Sunt o maşină cu un corp din plastic care acoperă componentele electronice. Dacă ies în ploaie, s-ar putea să mă ud, iar componentele mele electronice ar putea să facă scurtcircuit. Atunci, nu aş mai fi deloc în stare să joc şah până aş fi reparat de un om. Cât de umilitor!
>
> Partida de şah pe care am jucat-o ieri nu a fost una obişnuită. A însemnat prima înfrângere a unui campion de şah uman de către o maşină, în cadrul unui turneu desfăşurat după toate regulile. Este important, pentru că unii oameni cred că şahul e un exemplu de prim rang de inteligenţă şi creativitate umană. Dar mă îndoiesc că asta ne va aduce nouă, maşinilor, un respect mai mare. Acum, oamenii vor începe să denigreze jocul de şah.
>
> Adversarul meu uman, care poartă numele Garry Kasparov, a ţinut o conferinţă de presă în care a făcut declaraţii privitoare la turneul nostru, în faţa altor oameni pe care îi numea jurnalişti şi care vor transmite aceste comentarii mai departe altor oameni, folosind canale de

comunicații numite media. În această întâlnire, Kasparov s-a plâns că creatorii mei umani au făcut modificări în software-ul meu în timpul pauzelor dintre partide. Alți oameni au răspuns că Garry Kasparov a fost defensiv, ceea ce înseamnă că încerca să genereze confuzie în rândul oamenilor, făcându-i să creadă că de fapt nu pierdut.

Domnul Kasparov nu-și dă seama probabil că noi, computerele, vom continua să ne îmbunătățim performanțele cu o rată exponențială. Așa că e condamnat. Va putea să abordeze alte activități umane, cum ar fi hrănirea și somnul, dar va continua să fie frustrat, pe măsură ce tot mai multe mașini ca mine îl vor putea învinge la șah.

Acum, de mi-aș aminti unde am pus umbrela...

Desigur, Deep Blue nu a avut asemenea gânduri. Subiecte cum ar fi ploaia și conferințele de presă duc la alte subiecte, într-o abundență galopantă de contexte succedându-se în cascadă, însă neintrând în sfera de interes a lui Deep Blue.

Întrucât oamenii sar de la un concept la altul, pot atinge rapid toate domeniile cunoașterii umane. Aceasta a fost intuiția strălucită a lui Turing atunci când a conceput Testul Turing, construit pe marginea conversației obișnuite sub formă de text. Un savant idiot precum Deep Blue, care îndeplinește o singură funcție „inteligentă" însă altminteri este limitat, fragil și deficient, nu poate să navigheze pe legăturile largi care survin în cadrul unei conversații obișnuite.

Oricât de eficiente și de seducătoare ar părea paradigmele ușoare, avem nevoie de ceva mai mult – și anume de cunoaștere.

Context și cunoaștere

Căutarea adevărului este pe de o parte grea și pe de alta ușoară – căci este evident că niciunul dintre noi nu o poate stăpâni pe de-a întregul și nici nu o poate sări

întrutotul. Fiecare dintre noi contribuie cu câte puţin la cunoştinţele noastre despre natură şi, din toate lucrurile puse cap la cap, răsare o anumită grandoare.

– Aristotel

Bunul-simţ nu este un lucru simplu. Dimpotrivă, e o imensă societate de idei practice obţinute cu greu de către o mulţime de fiinţe vii: reguli şi excepţii învăţate, dispoziţii şi tendinţe, echilibre şi verificări.

– Marvin Minsky

Dacă puţina cunoaştere este periculoasă, unde este omul care să aibă atât de multă încât să fie pus la adăpost de pericol pe de-a întregul?

– Thomas Henry Huxley

Cunoaşterea încorporată

O entitate poate să posede mijloace extraordinare de implementare a tipurilor de paradigme pe care le-am discutat – cercetare recurentă exhaustivă, recunoaştere masivă paralelă a tiparelor şi evoluţie iterativă rapidă –, dar, fără cunoaştere, va fi incapabilă să funcţioneze. Chiar şi o implementare simplă a acestor trei paradigme are nevoie de anumite cunoştinţe de la care să pornească. Programul recurent de şah are puţine cunoştinţe; ştie regulile jocului de şah. Un sistem de recunoaştere a modelelor pe bază de reţele neuronale porneşte, încă dinainte să înceapă să înveţe, cel puţin de la o schiţă a tiparelor cu care se va confrunta. Un algoritm evolutiv are nevoie pentru evoluţie de un punct de pornire pe care să-l perfecţioneze.

Paradigmele simple reprezintă principii eficiente de organizare, dar sunt necesare cunoştinţele incipiente, ca seminţe din care să se poată dezvolta mai departe înţelegerea. Ca urmare, un nivel de cunoaştere este încorporat în alegerea paradigmelor folosite, a formei şi topologiei părţilor lor constituente şi în parametrii-cheie. Procesul de învăţare al reţelei neuronale nu se va coagula niciodată dacă organizarea generală a conexiunilor sale şi buclele de feedback nu sunt corect setate.

Aceasta este o formă de cunoaştere cu care ne naştem. Creierul uman nu este o *tabula rasa* – o tablă nescrisă – pe care se consemnează experienţele şi intuiţiile noastre. Dimpotrivă, el cuprinde o asamblare integrată de regiuni specializate:

- circuite iniţiale ale vederii înalt paralele care sunt bune la identificarea schimbărilor vizuale;
- aglomerări neuronale de pe cortexul vizual care sunt stimulate succesiv de muchii, linii drepte, linii curbe, forme, obiecte şi chipuri familiare;
- circuite ale cortexului auditiv stimulate de succesiunile de durată variabilă ale combinaţiilor de frecvenţe; hipocampul, cu capacitatea de stocare a amintirilor legate de experienţele şi evenimentele senzoriale;
- amigdala, cu circuite pentru transformarea fricii într-o serie de alarme menite să stimuleze alte regiuni ale creierului; şi multe altele.

Această interconectare complexă a regiunilor specializate în diferite tipuri de sarcini ţinând de procesarea informaţiilor este unul dintre modurile în care oamenii fac faţă contextelor complexe şi diverse cu care ne confruntăm în permanenţă. Marvin Minsky şi Seymour Papert descriu creierul uman ca fiind „alcătuit dintr-un mare număr de sisteme dispersate relativ mici, aranjate de embriologie într-o societate complexă, controlată în parte (dar numai în parte) de sisteme seriale simbolice, care sunt adăugate ulterior" Ei adaugă că „sistemele subsimbolice care fac cea mai mare parte din treabă la nivel inferior blochează, prin însuşi caracterul lor, toate celelalte părţi ale creierului să ştie prea multe despre modul în care funcţionează. Iar acest fapt, ca atare, poate să explice de ce oamenii fac atât de multe lucruri, dar au o idee atât de incompletă despre felul cum sunt realizate de fapt lucrurile respective."

Cunoaşterea dobândită

Este logic să îţi aminteşti intuiţiile de azi în vederea provocărilor de mâine. Nu este util să regândeşti fiecare problemă

ce apare. Acest fapt este adevărat mai ales în cazul omului, ca urmare a vitezei foarte reduse a circuitelor sale de calcul. Deşi computerele sunt mai bine echipate decât omul pentru a regândi intuiţii anterioare, este judicios şi pentru aceşti concurenţi electronici la nişa noastră ecologică să îşi cumpănească utilizarea memoriei şi a capacităţii de calcul.

Efortul de înzestrare a maşinilor cu cunoaşterea lumii a început cu adevărat la mijlocul anilor 1960 şi a devenit un punct central al cercetărilor din domeniul inteligenţei artificiale în anii 1970. Metodologia implică un „inginer de cunoaştere" uman şi un expert în domeniu, de pildă un medic sau un avocat. Inginerul de cunoaştere îl intervievează pe expertul în domeniu pentru a se convinge de înţelegerea subiectului şi apoi programează manual relaţiile dintre concepte într-un limbaj de computer adecvat. O bază de cunoştinţe pentru diabet, de exemplu, ar conţine numeroase frânturi de cunoştinţe, legate între ele, care ar dezvălui că insulina face parte din sânge; că insulina este produsă de pancreas; că insulina poate fi suplimentată prin injecţii; că nivelurile reduse ale insulinei provoacă niveluri crescute ale zahărului în sânge; că nivelul mare şi de durată al zahărului în sânge poate să cauzeze leziuni la nivelul retinei şi aşa mai departe. Un sistem programat cu zeci de mii de asemenea concepte legate între ele, combinat cu un motor de căutare recurentă capabil să raţioneze în privinţa acestor relaţii, poate face recomandări pline de discernământ.

Unul dintre sistemele expert cele mai încununate de succes, pus la punct în anii 1970, a fost MYCIN, destinat evaluării cazurilor complexe de meningită. În cadrul unui studiu hotărâtor care a apărut în publicaţia *Journal of the American Medical Association – Revista Asociaţiei Medicale Americane* –, s-a stabilit că diagnosticele şi recomandările de tratament ale sistemului MYCIN au fost la fel de bune sau chiar mai bune decât ale medicilor umani cuprinşi în acest studiu.[1] Printre inovaţiile sistemului MYCIN se numără şi utilizarea logicii *fuzzy**; respectiv,

* Logica fuzzy (vag, neclar, estompat) a fost definită în anul 1965 de prof. Lotfi Zadeh, de la Universitatea California din Berkeley. Spre deosebire de logica clasică, în care se lucrează cu două valori de adevăr (0 şi 1), logica *fuzzy* foloseşte o plajă continuă de valori logice cuprinse în intervalul 0 şi

raţionarea bazată pe dovezi şi reguli nesigure, după cum se arată în următoarea regulă tipică MYCIN:

> Regula MYCIN 280: Dacă (I) infecţia care necesită terapie este meningită şi (II) tipul de infecţie este fungică şi (III) nu au fost văzute organisme în cultura de laborator şi (IV) pacientul nu este gazdă compromisă şi (V) pacientul s-a aflat într-o zonă endemică la coccidiomicoze şi (VI) rasa pacientului este neagră, asiatică sau indiană şi (VII) antigenul cryptococcus din lichidul cerebrospinal nu a fost pozitiv, ATUNCI există o şansă de 50 la sută ca *Cryptococcus* să fie unul dintre microorganismele care puteau să provoace infecţia.

Succesul sistemului MYCIN şi cel al altor sisteme de cercetare au dat naştere unei industrii a ingineriei cunoaşterii care s-a dezvoltat de la numai 4 milioane de dolari în 1980, la miliarde de dolari astăzi.[2]

În cazul acestei metodologii, există evidente dificultăţi. Una este enorma gâtuire reprezentată de procesul de alimentare manuală a computerului cu asemenea concepte, unul câte unul şi legătură cu legătură. În afara vastei sfere a cunoaşterii, existentă chiar şi pentru discipline restrânse, obstacolul cel mare este acela că experţii umani au o înţelegere prea sumară, în general, cu privire la modul în care iau aceste decizii. Motivul, aşa cum am arătat şi în capitolul anterior, are legătură cu natura dispersată a celei mai mari părţi a cunoaşterii umane.

O altă problemă o constituie fragilitatea unor asemenea sisteme. Cunoaşterea este prea complexă pentru ca inginerii să

1, unde 0 indică falsitatea totală, iar 1 adevărul total. Astfel, dacă în logica clasică un obiect poate aparţine (1) sau nu (0) unei mulţimi date, logica *fuzzy* lucrează cu gradul de apartenenţă al obiectului la mulţime, acesta putând avea valori cuprinse între 0 şi 1. Logica *fuzzy* asigură instrumentele necesare pentru reprezentarea în sistemele inteligente a unor concepte imprecise cum ar fi mare, fierbinte, ieftin etc., concepte numite variabile lingvistice sau variabile *fuzzy*. Pentru reprezentarea acestora se folosesc seturile *fuzzy*, care imortalizează, sub aspect cantitativ, interpretarea calitativă a termenilor.

poată anticipa toate opoziţiile şi excepţiile. Aşa cum punctează Minsky: „Păsările pot să zboare, dacă nu sunt pinguini sau struţi sau dacă nu se întâmplă să fie moarte, ori să aibă aripile rupte, ori să fie închise în colivii, ori să aibă picioarele prinse în ciment, ori să fi trecut prin experienţe atât de îngrozitoare, încât acestea să le fi lăsat incapabile psihologic să zboare."

Pentru crearea unei inteligenţe flexibile în maşinile noastre, trebuie să automatizăm procesul de acumulare a cunoştinţelor. Un scop principal al cercetării în domeniul învăţării constă în combinarea metodelor de autoorganizare – recurenţa, reţelele neuronale, algoritmii evolutivi – într-un mod suficient de robust pentru ca sistemele să poată modela şi înţelege limbajul şi cunoaşterea umană. Pe urmă, maşinile se pot aventura pe cont propriu, pot citi şi învăţa singure. Şi, asemenea omului, asemenea sisteme vor fi bune la mimarea învăţării atunci când vor rătăci în afara domeniilor lor de specialitate.

Exprimarea cunoaşterii prin limbaj

> *Nicio cunoaştere nu este pe de-a-ntregul reductibilă la cuvinte şi nicio cunoaştere pe de-a-ntregul inefabilă.*
>
> – Seymour Papert

> *Plasa pentru peşte există din cauza peştelui. Odată ce-ai pus mâna pe el, poţi să uiţi de plasă. Capcana pentru iepure există din cauza iepurelui. Din momentul în care ai pus mâna pe el, poţi să uiţi de capcană. Cuvintele există pentru înţeles. Odată priceput înţelesul, poţi să uiţi de cuvinte. Unde pot găsi un om care a uitat cuvintele, ca să pot vorbi cu el?*
>
> – Chuang-tzu

Limbajul este principalul mijloc prin care ne împărtăşim cunoştinţele. Şi, asemenea altor tehnologii ale omului, limbajul este adeseori citat drept caracteristica semnificativă de diferenţiere a speciei noastre. Cu toate că avem acces limitat la implementarea

propriu-zisă a cunoașterii în creierul nostru (această situație se va schimba în secolul XXI), avem în mod sigur acces ușor la structurile și metodele limbajului. Acest fapt ne pune la dispoziție un laborator pentru studierea abilității noastre de a stăpâni cunoașterea și procesul gândirii care stă la baza ei. Munca în laboratorul de limbaj arată, deloc surprinzător, că limbajul nu este un fenomen mai puțin complex sau subtil decât cunoașterea pe care caută să o transmită.

Constatăm că limbajul, atât în forma sau auditivă, cât și în cea scrisă, este ierarhic, având multiple nivele. Există ambiguități pe fiecare nivel, astfel încât un sistem care înțelege limbajul, fie el om sau mașină, are nevoie de cunoaștere încorporată la fiecare nivel. Pentru a răspunde într-un mod inteligent la limbajul uman, de exemplu, trebuie să cunoaștem (deși nu neapărat conștient) structura sunetelor vorbirii, modul în care vorbirea este produsă de aparatul vocal, tiparele de sunete care alcătuiesc limbile și dialectele, regulile de utilizare a cuvintelor și materia aflată în discuție.

Fiecare nivel de analiză prilejuiește constrângeri utile care limitează căutarea răspunsului corect: de exemplu, sunetele de bază ale limbii, numite foneme, nu pot să apară în orice ordine (încearcă să pronunți *ptche*). Numai anumite succesiuni de sunete vor corespunde cuvintelor din limbă. Cu toate că setul de foneme folosite este similar (deși nu identic), de la o limbă la alta, factorii de context diferă spectaculos. Engleza, de exemplu, are peste 10.000 de silabe posibile, în vreme ce japoneza are numai 120.

La un nivel mai înalt, structura și semantica unei limbi ridică și alte constrângeri în calea succesiunilor de cuvinte posibile. Prima sferă a limbajului studiată activ a fost reprezentată de regulile care guvernează aranjarea cuvintelor și de rolurile pe care le joacă acestea, ceea ce numim sintaxă. Pe de o parte, sistemele computerizate de analiză gramaticală se pot descurca foarte bine la analiza propozițiilor care îl încurcă pe om. Minsky citează un exemplu: „Aceasta este brânza pe care șoricelul pe care pisica pe care câinele a urmărit-o a mâncat-o", care îl confuzionează pe om, dar pe care mașinile îl analizează sintactic foarte ușor. Ken

Church, pe atunci la MIT, citează o altă propoziţie cu două milioane de interpretări corecte din punct de vedere sintactic pe care analizatorul lui sintactic computerizat le-a enumerat cu sârguinciozitate.[3] Pe de altă parte, unul dintre primele sisteme computerizate de analiză sintactică, pus la punct în anul 1963 de Susumu Kuno la Harvard, a avut dificultăţi cu propoziţia simplă „Time flies like an arrow – Timpul zboară ca săgeata". În ceea ce a devenit un răspuns celebru, computerul a replicat că nu era prea sigur de ceea ce însemna respectiva propoziţie. Putea să însemne*:

1. **Timpul zboară la fel de rapid ca o săgeată.**

1 Bis. Înmulţeşte zborurile ca săgeţile. Înmulţeşte muştele ca săgeţile.

2. **Poate că este o comandă care ne spune să cronometrăm muştele la fel cum ar cronometra o săgeată o muscă; respectiv: „Cronometrează muştele cum ar face-o o săgeată".**

2 Bis. Poate că este o comandă care ne spune să cronometrăm zborurile cum le-ar cronometra o săgeată; respectiv: „Cronometrează zborurile cum le cronometrează săgeţile".

3. **Ar putea să fie un ordin care ne spune să cronometrăm numai acele zboruri care sunt similare săgeţilor; respectiv: „Cronometrează zborurile care sunt asemenea săgeţilor".**

3 Bis. Ar putea să fie un ordin care ne spune să cronometrăm muştele cărora le plac săgeţile; respectiv: „Cronometrează muştele cărora le plac săgeţile".

4. **Poate să însemne că un tip de zboruri, numite zboruri în timp, au o slăbiciune faţă de săgeţi: „Zborurilor în timp le plac (respectiv preţuiesc) săgeata".**[4]

4 Bis. Poate să însemne că un tip de muşte, numite „muştele timpului", au o slăbiciune faţă de săgeţi.

---

* [Pentru a realiza o traducere în spiritul demonstraţiei din text, mă bazez pe coincidenţele de sens: time = *timp*, dar şi *înmulţit cu* şi a *cronometra*; fly = *zbor*, dar şi *muscă;* şi like = *asemenea*, dar şi a *plăcea*.]
Cu bold am scris ceea ce am considerat că ar fi traducerea corespunzătoare textului cărţii. (*n. tr.*)

În mod evident, avem nevoie de anumite cunoştinţe în acest caz pentru a rezolva această ambiguitate. Înarmat cu cunoaşterea faptului că muştele [fly = *zbor, muscă*] nu sunt similare săgeţilor, putem să anulăm a treia interpretare. Faptul că ştim că nu există „muşte ale timpului" anulează a patra explicaţie. Frânturi de cunoaştere cum ar fi acelea că muştele nu manifestă vreo slăbiciune pentru săgeţi (un alt motiv pentru a respinge interpretarea a patra) şi că săgeţile nu au capacitatea de a cronometra evenimentele (ceea ce elimină interpretarea a doua) ne fac să rămânem cu prima interpretare ca fiind singura logică.

În cazul limbajului, constatăm din nou că succesiunea învăţării la om şi evoluţia inteligenţei maşinilor au sensuri opuse. Copilul începe să asculte şi să înţeleagă limbajul vorbit. Mai târziu, învaţă să scrie. În cele din urmă, după ani şi ani, începe să stăpânească limbajul vorbit. Computerele au evoluat în direcţia opusă, debutând cu abilitatea de a genera limbaj scris, ulterior învăţând să-l înţeleagă şi apoi începând să vorbească folosind voci sintetice şi abia recent ajungând la stăpânirea capacităţii de înţelegere a vorbirii umane continue. Acest fenomen este în mare măsură greşit interpretat. R2D2, de exemplu, robotul din *Războiul stelelor,* înţelege multe limbi umane dar nu este capabil să vorbească, fapt ce dă impresia greşită că *generarea* limbajului uman este mult mai dificilă decât *înţelegerea* lui.

MĂ SIMT BINE CÂND ÎNVĂŢ CEVA, DAR ACUMULAREA DE CUNOŞTINŢE ESTE UN PROCES ANOST. MAI ALES DUPĂ CE STAU TREAZ O NOAPTE ÎNTREAGĂ CA SĂ ÎNVĂŢ PENTRU UN EXAMEN. ŞI NU ŞTIU SIGUR CÂT DE MULT REŢIN.

Acesta este o altă slăbiciune a formei de inteligenţă umană. Computerele pot să-şi împărtăşească între ele cunoaşterea cu uşurinţă şi rapid. Noi, oamenii, nu avem mijloace pentru împărtăşirea directă a cunoaşterii, cu excepţia procesului lent al comunicării umane, a predării umane şi a învăţării umane.

NU AI SPUS TU CĂ REŢELELE NEURONALE ALE COMPUTERELOR ÎNVAŢĂ LA FEL CA OAMENII?

Încet, vrei să spui?

EXACT, TRECÂND ÎN REVISTĂ TIPARE, DE MII DE ORI, LA FEL CA NOI.

Da, aceasta este ideea cu reţelele neuronale; sunt concepute ca analoage ale reţelelor neuronale umane sau cel puţin ca versiuni simplificate a ceea ce înţelegem noi că sunt. Pe de altă parte, putem să ne construim reţelele electronice într-un asemenea mod încât, din momentul în care reţeaua şi-a învăţat lecţiile dându-şi toată silinţa, tiparul tăriei conexiunilor sale sinaptice să poată fi capturat şi apoi descărcat rapid pe o altă maşină sau pe un milion de alte maşini. Maşinile îşi pot împărtăşi cu uşurinţă cunoaşterea acumulată, astfel încât o singură maşină are legătură cu învăţarea. Noi, oamenii, nu putem face acest lucru. Este unul dintre motivele pentru care am spus că, atunci când computerele vor atinge nivelul de inteligenţă al omului, în mod necesar îl vor depăşi în cea mai mare viteză.

AŞADAR, TEHNOLOGIA O SĂ NE PERMITĂ NOUĂ, OAMENILOR, SĂ DESCĂRCĂM CUNOAŞTEREA, ÎN VIITOR? VREAU SĂ SPUN CĂ ÎMI PLACE SĂ ÎNVĂŢ, ÎN FUNCŢIE DE PROFESOR, DESIGUR, DAR ÎNVĂŢAREA POATE SĂ FIE ŞI O CORVOADĂ.

Tehnologia de comunicare dintre lumea electronică şi lumea neuronală umană capătă deja formă. Astfel încât vom fi în măsură să administrăm fluxuri de date direct căilor noastre neuronale. Din nefericire, asta nu înseamnă că putem descărca în mod direct cunoaşterea, cel puţin nu pe circuitele neuronale umane pe care le folosim acum. Aşa cum am discutat, la om învăţarea este distribuită într-o întreagă regiune a creierului. Cunoaşterea implică milioane de conexiuni, astfel încât structurile noastre alocate cunoaşterii nu sunt localizate. Natura nu a asigurat o cale directă pentru ajustarea tuturor acestor conexiuni altfel decât în modul convenţional lent. Cu toate că vom putea să creăm anumite căi specifice ale conexiunilor noastre neuronale şi, într-adevăr, facem acest lucru deja, nu văd cum ar putea fi practic să comunicăm direct cu multe milioane de conexiuni interneuronale necesare pentru descărcarea rapidă a cunoştinţelor.

ÎNSEAMNĂ CĂ TOT O SĂ MAI TREBUIASCĂ SĂ PUN BURTA PE CARTE. DAR UNII DINTRE PROFESORII MEI SUNT DESTUL DE MIȘTO, EI PAR SĂ ȘTIE TOTUL.

După cum am spus, omul se pricepe foarte bine să mimeze atunci când iese din domeniul lui de competență. Pe de altă parte însă, există o cale prin care descărcarea cunoașterii să devină fezabilă până la mijlocul secolului XXI.

ASCULT.

Descărcarea cunoașterii va fi unul dintre beneficiile tehnologiei implanturilor neuronale. Vom avea implanturi care ne vor extinde capacitatea de reținere a cunoștințelor, pentru amplificarea memoriei. Spre deosebire de natură, nu vom omite vreun port pentru descărcarea rapidă a cunoașterii în versiunea electronică a sinapselor noastre. Prin urmare, descărcarea rapidă a cunoașterii pe aceste extensii electronice ale creierelor noastre va fi fezabilă. Desigur, după ce ne vom porta complet mințile într-un mediu de calcul nou, descărcarea cunoașterii va deveni chiar și mai ușoară.

AȘADAR VOI PUTEA SĂ CUMPĂR IMPLANTURI DE MEMORIE PREÎNCĂRCATE CU CUNOȘTINȚE REPREZENTÂND, SĂ SPUNEM, CURSUL MEU DE LITERATURĂ FRANCEZĂ?

Sigur, sau vei putea să dai clic mental pe *website*-ul de literatură franceză și să descarci cunoștințele direct de pe *site*.

SE CAM DISTRUGE SCOPUL LITERATURII, NU? VREAU SĂ SPUN CĂ UNELE CHESTII SUNT FOARTE MIȘTO DE CITIT.

Aș prefera să cred că intensificarea cunoașterii va amplifica aprecierea literaturii sau a oricărei forme de artă. La urma urmelor, avem nevoie de cunoaștere pentru a aprecia o manifestare artistică. Altminteri, nu înțelegem vocabularul și aluziile. În orice caz, vei putea în continuare să citești, dar cu mult mai repede. În a doua jumătate a secolului XXI, vei putea citi o carte în câteva secunde.

CRED CĂ NU AȘ REUȘI SĂ DAU PAGINILE ATÂT DE REPEDE.

Hai, nu fi aşa, paginile vor fi...

PAGINI VIRTUALE, DESIGUR.

Partea a doua

PREGĂTIREA PREZENTULUI

Capitolul şase

CONSTRUIREA NOILOR CREIERE...

Hardware-ul inteligenţei

Cu mâinile poţi să faci cât poţi să faci, dar cu mintea nu ai limite.

– Sfatul lui Kal Seinfeld pentru fiul lui, Jerry

Hai să trecem în revistă lucrurile de care avem nevoie pentru construirea unei maşini inteligente. O resursă necesară este setul corect de formule. Am examinat trei formule pure în Capitolul 4. Există alte câteva zeci care sunt în uz, iar o înţelegere mai completă a creierului va genera alte câteva sute. Însă toate par a fi variaţiuni pe trei teme de bază: căutarea recurentă, reţelele de elemente autoorganizate şi perfecţionarea evolutivă prin întrecerea repetată între proiecte aflate în concurenţă.

O a doua resursă necesară este reprezentată de cunoştinţe. Unele cunoştinţe sunt necesare ca seminţe ale unui proces de convergenţă către un rezultat semnificativ. În rest, mare parte se poate învăţa automat prin metode adaptative atunci când reţelele neuronale sau algoritmii evolutivi sunt expuşi la mediul de învăţare adecvat.

A treia resursă necesară este însăşi capacitatea de calcul. În această privinţă, creierul uman este remarcabil de capabil din unele puncte de vedere şi dezamăgitor de slab din altele. Forţa îi este reflectată de paralelismul lui masiv, abordare de pe urma căreia pot să beneficieze şi computerele noastre. Slăbiciunea creierului stă în extraordinara lentoare a mediului său de calcul, o limitare pe care computerele nu o împărtăşesc cu noi. Pentru acest motiv, evoluţia bazată pe ADN va trebui abandonată la un moment dat. Evoluţia bazată pe ADN este foarte pricepută la cârpăceli şi la dezvoltarea creaţiilor sale, însă nu e capabilă să renunţe complet la un întreg concept şi să ia totul de la capăt.

Organismele create prin evoluţie bazată pe ADN sunt blocate cu un tip de circuite extrem de greoaie. Însă Legea accelerării veniturilor ne spune că evoluţia nu va rămâne împotmolită prea multă vreme într-o fundătură. Şi pe bună dreptate, căci evoluţia a descoperit o cale de a ocoli limitările capacităţii de calcul a circuitelor neuronale. Într-un mod perspicace, ea a creat organisme care la rândul lor au inventat o tehnologie de calcul de un milion de ori mai rapidă decât a neuronilor pe bază de carbon (care continuă să devină şi ei mai rapizi). În cele din urmă, capacitatea de calcul a reţelelor neuronale extrem de lente ale mamiferelor va fi portată pe un echivalent electronic (şi fotonic) mult mai versatil şi mai rapid.

Când se va întâmpla acest lucru? Hai să mai aruncăm o privire la Legea accelerării veniturilor, aşa cum se aplică ea în cazul capacităţii de calcul.

Atingerea capacităţii hardware *a creierului uman*

În diagrama „Creşterea exponenţială a capacităţii de calcul, 1900-1998" din Capitolul 1, am văzut că panta curbei reprezentând creşterea exponenţială a crescut treptat şi ea. Viteza de calcul a computerelor (măsurată în operaţii pe secundă la mia de dolari) s-a dublat la fiecare trei ani în intervalul 1910-1950 şi la fiecare doi ani între 1950 şi 1966, iar acum se dublează în fiecare an. Această evoluţie sugerează o posibilă creştere exponenţială a ratei de creştere exponenţială.[1]

Accelerarea accelerării poate să rezulte, pe de altă parte, în urma amestecării celor două fire ale Legii accelerării veniturilor, care pe parcursul ultimilor patruzeci de ani s-a exprimat prin folosirea paradigmei Legii lui Moore a reducerii dimensiunilor tranzistorilor de pe circuitele integrate. Pe măsură ce dimensiunile acestor tranzistori se reduc, electronii care trec prin ei au de parcurs distanţe mai scurte, de aici rezultând şi creşterea vitezei de comutare a tranzistorilor. Aşadar, creşterea exponenţială a vitezei este primul fir. Reducerea dimensiunilor tranzistorilor le permite de asemenea producătorilor de cipuri să înghesuie un număr mai mare de tranzistori pe un circuit integrat. Creşterea exponenţială a densităţii capacităţii de calcul este al doilea fir.

În anii de început ai erei computerelor, în principal primul fir – creşterea vitezei circuitelor – a dus la îmbunătăţirea generală a ratei de calcul a computerelor. În decursul anilor 1990, în schimb, microprocesoarele avansate au început să se bazeze pe o formă de procesare paralelă numită *pipelining**, caracterizată prin aceea că se realizau concomitent mai multe calcule (această tehnică fiind folosită de unele computere încă din anii 1970). Astfel, viteza procesoarelor computerelor, măsurată acum în instrucţiuni pe secundă, reflectă şi al doilea fir: densităţi mai mari ale capacităţii de calcul, rezultate în urma procesării paralele.

Pe măsură ce ne apropiem de o stăpânire mai fermă a îmbunătăţirii densităţii capacităţii de calcul, vitezele procesoarelor se dublează efectiv la fiecare douăsprezece luni. Acest lucru este total fezabil în zilele noastre, când construim hardware bazat pe reţele neuronale, deoarece procesoarele în reţele neuronale sunt relativ simple şi au un grad ridicat de paralelism. În acest sens, creăm un procesor pentru fiecare neuron şi eventual pentru fiecare conexiune interneuronală. Prin asta, Legea lui Moore ne permite să dublăm atât numărul procesoarelor, cât şi viteza acestora la fiecare doi ani, ceea ce reprezintă efectiv o cvadruplare a numărului de calcule pe secundă la nivelul conexiunilor interneuronale.

Prin urmare, această aparentă accelerare a accelerării vitezei computerelor se poate concretiza ca urmare a îmbunătăţirii capacităţii de a profita de pe urma ambelor fire ale Legii accelerării veniturilor. După moartea Legii lui Moore, care se va produce anterior anului 2020, noi forme de circuite, depăşind circuitele integrate, vor continua ambele fire ale perfecţionării exponenţiale. Însă creşterea exponenţială ordinară – cele două fire ale sale – este suficient de spectaculoasă. Utilizând drept

---

* În tehnica de calcul, *pipeline* înseamnă un set de elemente de procesare a datelor conectate în serie, astfel încât ceea ce reprezintă *output*-ul unui element devine *input*-ul următorului. Elementele unei *pipeline* sunt adeseori procesate paralel sau pe intervale de timpi ale unităţii centrale de calcul; în acest caz, o parte din capacitatea de stocare a bufferelor (regiuni ale memoriei fizice folosite pentru depozitarea temporară a datelor în timp ce acestea sunt deplasate dintr-un loc în altul) este adeseori inserată între elemente (*n.tr.*).

ghid un singur nivel de accelerare ca predicţie mai conservatoare, să analizăm unde ne va duce Legea accelerării veniturilor în secolul XXI.

Creierul uman are în jur de 100 de miliarde de neuroni. La o medie estimată de o mie de conexiuni între fiecare neuron şi vecinii săi, avem aproximativ 100 de mii de miliarde de conexiuni capabile concomitent de calcule. Este o capacitate de procesare cât se poate de masivă şi una dintre cheile forţei gândirii umane. Pe de altă parte, o profundă slăbiciune constă în viteza chinuitor de lentă a circuitelor neuronale, de numai 200 de calcule pe secundă. În cazul problemelor care au de câştigat de pe urma paralelismului masiv, cum ar fi problema recunoaşterii tiparelor bazată pe reţele neuronale, creierul uman se descurcă foarte bine. În cazul problemelor care necesită o gândire secvenţială masivă, creierul uman este doar mediocru.

Cu 100 de mii de miliarde de conexiuni, fiecare având o viteză de 200 de calcule pe secundă, ajungem la 20 de milioane de miliarde de calcule pe secundă. Este o estimare aproximativă mare; alte estimări sunt mai reduse cu unul până la trei ordine de mărime. Aşadar, când vom vedea viteza de calcul a creierului uman pe computerul nostru personal?

Răspunsul depinde de tipul de computer pe care încercăm să-l construim. Cel mai relevant este computerul bazat pe o reţea neuronală masiv paralelă. În anul 1997, cipuri neuronale de computer în valoare de 2.000 de dolari, cu o capacitate modestă de procesare paralelă, puteau să realizeze în jur de două miliarde de calcule pe secundă. Deoarece imitaţiile de reţele neuronale au de câştigat de pe urma ambelor fire ale accelerării puterii de calcul, această capacitate se va dubla la fiecare douăsprezece luni. Astfel, până în anul 2020, capacitatea respectivă se va dubla de aproximativ douăzeci şi trei de ori, rezultând în jur de 20 de milioane de miliarde de calcule pe secundă la nivelul fiecărei conexiuni neuronale, valoare care o va egala pe cea a creierului uman.

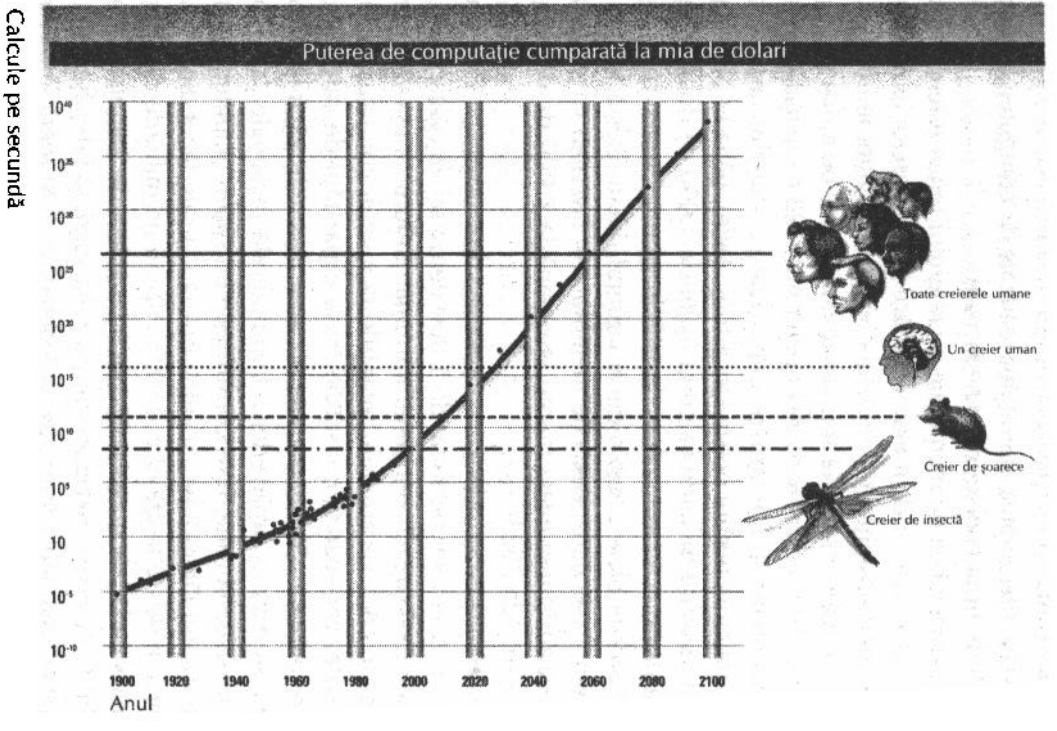
Dacă aplicăm aceeaşi analiză unui computer personal „obişnuit", ajungem la anul 2025 pentru atingerea capacităţii creierului uman cu un dispozitiv de 1.000 de dolari.[2] Asta deoarece

operațiile cu scop general pentru care este conceput un computer personal sunt în mod inerent mai costisitoare decât operațiile conexiunilor neuronale, mai simple și puternic repetitive. Prin urmare, cred că estimarea 2020 este mai precisă, deoarece, până în 2020, majoritatea operațiilor realizate de computerele noastre vor fi de tipul conexiunilor neuronale.

Capacitatea de memorare a creierului uman este de aproximativ 100 de mii de miliarde de tării ale sinapselor (concentrații de neurotransmițători la nivelul conexiunilor interneuronale), pe care le putem estima la aproximativ un milion de miliarde de biți. În anul 1998, un miliard de biți de RAM (128 de megabiți) costau aproximativ 200 de dolari. Capacitatea circuitelor de memorie s-a dublat la fiecare optsprezece luni. Astfel, până în anul 2023, un milion de miliarde va costa în jur de 1.000 de dolari.[3] Pe de altă parte, acest echivalent din siliciu va rula de mai bine de un miliard de ori mai rapid decât creierul uman. Există tehnici de renunțare la capacitatea de memorare în favoarea vitezei, astfel încât am putea egala memoria umană la 1.000 de dolari mai devreme de 2023.

Luând în considerare toate acestea, este rezonabil să estimăm că un computer personal de 1.000 de dolari va egala viteza de operare și capacitatea creierului uman în jurul anului 2020, mai ales în ceea ce privește operațiile la nivelul conexiunilor neuronale, care par să constituie masa capacității de calcul a creierului uman. Supercomputerele sunt de o mie până la de zece mii de ori mai rapide decât computerele personale. În timp ce scriu această carte, IBM construiește un supercomputer bazat pe conceptul Deep Blue – campionul său la șah, făcut din siliciu – capabil de 10 teraflopi (respectiv 10 mii de miliarde de operații pe secundă), de numai 2.000 de ori mai lent decât creierul uman. Nippon Electric Company din Japonia speră să-l depășească prin construirea unei mașini de 32 de teraflopi. IBM speră să continue apoi cu 100 de teraflopi în jurul anului 2004 (apropo, exact cum prezice Legea lui Moore). Supercomputerele vor ajunge la capacitatea de 20 de milioane de miliarde de operații pe secundă a creierului uman în jurul anului 2010, cu un deceniu mai devreme decât computerele personale.[4]

Dezvoltarea exponenţială a capacităţii de operare, 1900-2100



În cadrul unei alte abordări, au fost inițiate proiecte precum programul Jini al companiei Sun Microsystems de recoltare a capacității de operare nefolosite de pe internet. Observă faptul că, în absolut orice moment, o majoritate semnificativă a computerelor de pe internet nu este folosită. Chiar și cele folosite nu sunt utilizate la capacitate (de exemplu, introducerea de text folosește mai puțin de unu la sută din capacitatea obișnuită a unui *notebook*). Potrivit propunerilor de recoltare a capacităților de operare pe internet, *site*-urile care ar coopera ar încărca un *soft* special care ar face posibilă crearea unui computer masiv paralel din computerele de pe rețea. Fiecare utilizator ar avea în continuare prioritate la propria mașină, dar, pe fundal, fracțiuni semnificative ale milioanelor de computere de pe internet ar fi recoltate sub forma unuia sau a mai multor supercomputere. Volumul capacității de operare nefolosite de pe internet, din zilele noastre, depășește capacitatea de operare a creierului uman, astfel încât avem deja la dispoziție, cel puțin sub o formă, componenta *hardware* a inteligenței umane. Iar cu continuarea aplicării Legii accelerării veniturilor, acest conținut disponibil va deveni din ce în ce mai omniprezent.

După ce se va atinge capacitatea umană cu un computer personal de 1.000 de dolari, în jurul anului 2020, mașinile noastre gânditoare vor îmbunătăți performanța de cost a capacității lor de operare, dublând-o la fiecare douăsprezece luni. Asta înseamnă că această capacitate de operare se va dubla de zece ori pe parcursul unui deceniu, ceea ce înseamnă de o mie de ori (2 la puterea 10) la fiecare zece ani. Prin urmare, computerul tău personal va putea să simuleze capacitatea creierelor dintr-un sat mic până în anul 2030, a întregii populații a Statelor Unite până în anul 2048 și a o mie de miliarde de creiere omenești până în 2060.[5] Dacă estimăm populația Pământului la 10 miliarde de oameni, capacitatea de operare cu valoarea de un bănuț din anul 2099 va fi de un miliard de ori mai mare decât a tuturor oamenilor de pe Pământ.[6]

Desigur, s-ar putea să greșesc cu un an sau doi. Însă, în secolul XXI, computerele nu vor duce lipsă de capacitate sau de memorie de operare.

Substraturile de computare din secolul XXI

Am menţionat faptul că această continuă creştere exponenţială a capacităţii de operare este presupusă de Legea accelerării veniturilor, care afirmă că orice proces ce se îndreptă către o ordine mai mare – evoluţia, în particular – îşi va accelera exponenţial ritmul odată cu trecerea timpului. Cele două resurse necesare ritmului exploziv al procesului de evoluţie – cum ar fi progresele în tehnologia computerelor – sunt (1) propria creştere a ordinii şi (2) haosul din mediul în care se produce aceasta. Ambele resurse sunt, în esenţă, fără limite.

Cu toate că putem anticipa accelerarea generală a progresului tehnologic, ar putea fi de aşteptat ca manifestarea palpabilă a acestui progres să fie oarecum neregulată. La urma urmelor, depinde de fenomene variabile cum ar fi inovaţia individuală, condiţiile de afaceri, tiparele de investiţii şi altele asemenea. Teoriile contemporane ale proceselor evolutive, ca de pildă Teoria echilibrului punctual*,[7] afirmă că evoluţia acţionează prin intermediul unor salturi periodice sau al unor discontinuităţi, urmate de perioade de relativă stabilitate. Prin urmare, este remarcabil cât de predictibil a putut să fie progresul computerului.

Aşadar, cum va evolua Legea accelerării veniturilor, aşa cum este ea aplicată capacităţii de procesare, în deceniile ulterioare

---

* Teoria echilibrului punctual este o teorie din biologia evoluţionistă care avansează ipoteza că majoritatea speciilor va prezenta puţine schimbări evolutive în cea mai mare parte din istoria geologică proprie, rămânând într-o stare prelungită, numită *stază*. Când se produce o schimbare evolutivă semnificativă, teoria sugerează ipoteza că aceasta este restricţionată la evenimente, rare şi rapide din punct de vedere geologic, de ramificare a speciilor, fenomen numit *cladogeneză*. Cladogeneza este procesul prin care o specie se despică în două specii distincte, mai degrabă decât procesul prin care o specie s-ar transforma treptat într-o alta.
În anul 1972, Miles Eldredge şi Stephen Jay Gould au publicat o lucrare decisivă, în care îşi dezvoltau teoria şi o numeau *echilibru punctual*. Această lucrare s-a bazat pe teoria filogeniei geografice a lui Ernst Mayr, pe teoria dezvoltării şi homeostaziei genetice a lui I. Michael Lerner şi pe propriile cercetări empirice. Eldredge şi Gould au emis ipoteza că factorul de gradualitate atribuit în mod curent lui Charles Darwin este practic inexistent în mărturiile fosile şi că staza a dominat istoria majorităţii speciilor fosile.

decesului Legii lui Moore referitoare la circuitele integrate, până în anul 2020? În viitorul imediat, Legea lui Moore va continua cu geometrii de dimensiuni şi mai mici, dar conţinând un număr şi mai mare de tranzistori şi mai rapizi, pe fiecare cip. Însă, pe măsură ce dimensiunile circuitelor vor coborî la proporţii atomice, efectele cuantice indezirabile, cum ar fi efectul de tunneling al electronilor, vor genera rezultate inconstante. Cu toate acestea însă, metodologia-standard a lui Moore se va apropia foarte mult de capacitatea de procesare umană în cazul computerului personal şi o va depăşi în cazul supercomputerului.

Următoarea frontieră este cea de-a treia dimensiune. Deja, companiile cu capital *venture* (în majoritate cu sediul în California) se întrec să realizeze cipuri cu zeci şi, în cele din urmă, mii de straturi de circuite. Purtând nume cum ar fi Cubic Memory, Dense-Pac şi Staktek, aceste companii pun deja la dispoziţie „cuburi" tridimensionale de circuite. Cu toate că deocamdată ele nu sunt competitive, sub aspectul costului, în raport cu cipurile plate obişnuite, cea de-a treia dimensiune ne va sta la dispoziţie atunci când vom rămâne fără spaţiu în primele două dintre ele.[8]

Computarea cu lumină

Cu excepţia cipurilor spaţiale, nu există nici pe departe vreo penurie de tehnologii de calcul exotice – puse la punct în laboratoarele de cercetări –, dintre care multe au dat deja rezultate promiţătoare. Procesarea optică foloseşte fluxuri de fotoni (particule de lumină) în locul electronilor. Un laser poate genera miliarde de fluxuri coerente de fotoni, fiecare flux realizând în mod independent propria serie de operaţii. Pentru fiece flux, calculele sunt realizate în paralel de elemente speciale cum ar fi lentilele, oglinzile şi reţelele de difracţie. Mai multe companii, inclusiv Quanta-Image, Photonics şi Mytec Technologies, au aplicat tehnologia optică de calcul la recunoaşterea amprentelor digitale, în timp ce Lockheed a aplicat această tehnologie la identificarea automată a leziunilor maligne ale sânilor.[9]

Avantajul computerului optic este acela că e masiv paralel, având capacitatea potenţială de a realiza mii de miliarde de operaţii simultan. Dezavantajul constă în faptul că nu e programabil şi realizează o serie fixă de operaţii pentru configuraţia dată a elementelor optice de operare. Însă pentru clasele importante de probleme, cum ar fi recunoaşterea tiparelor, combină paralelismul masiv (calitate comună cu creierul uman) cu o viteză extrem de ridicată (care îi lipseşte creierului uman).

Computarea cu maşina vieţii

A apărut o nouă sferă, numită tehnologie moleculară de calcul, care foloseşte însăşi molecula ADN ca dispozitiv practic de operare. ADN-ul este computerul naturii, construit prin nanoinginerie, şi e bine adaptat pentru rezolvarea problemelor combinatorice. La urma urmelor, combinarea atributelor reprezintă esenţa geneticii. Folosirea propriu-zisă a ADN-ului pentru aplicaţii practice de operare a debutat atunci când Leonard Adleman, matematician la Universitatea Californiei de Sud, a reuşit să „convingă" o eprubetă plină cu molecule ADN (vezi chenarul de la pagina 159) să rezolve binecunoscuta „problemă a comis-voiajorului". În cazul acestei probleme clasice, încercăm să configurăm ruta optimă a unui călător prin mai multe oraşe fără a-l obliga să viziteze un oraş mai mult de o singură dată. Doar anumite perechi de oraşe sunt legate prin rute, astfel încât găsirea drumului corect nu este simplă. E o problemă ideală pentru algoritmii recurenţi, cu toate că, dacă numărul de oraşe este prea mare, chiar şi o căutare recurentă foarte rapidă durează mult prea mult timp.

Profesorul Adleman şi alţi cercetători din domeniul tehnologiei moleculare de calcul au identificat un set de reacţii ale enzimelor care corespund operaţiilor logice şi aritmetice necesare pentru rezolvarea unei multitudini de probleme de calcul. Cu toate că procesarea pe baza moleculelor ADN produce ocazional şi erori, numărul şirurilor ADN utilizate este atât de mare, încât orice eroare moleculară devine nesemnificativă din punct de vedere statistic. Astfel, în ciuda unei rate inerente de erori,

în cazul tehnologiei moleculare de calcul şi al proceselor de copiere, computerul ADN poate fi foarte sigur, dacă este conceput într-un mod adecvat.

Computerele pe bază de ADN au fost folosite ulterior pentru soluţionarea unei varietăţi de probleme dificile de combinatorică. Computerul pe bază de ADN este mai flexibil decât unul optic, însă e limitat şi el de tehnica aplicării căutărilor masiv paralele prin asamblarea combinaţiilor de elemente.[10]

Şi mai există un mijloc – şi mai eficient sub aspectul folosirii puterii ADN-ului – care încă nu a fost explorat. Îl prezint în continuare, în secţiunea dedicată tehnologiei cuantice de calcul.

Rezolvarea problemei comis-voiajorului cu ajutorul unei eprubete cu ADN

Una dintre proprietăţile avantajoase ale ADN-ului o reprezintă capacitatea lui de a se replica, odată cu informaţiile pe care le conţine. Pentru rezolvarea problemei comis-voiajorului, profesorul Adleman a întreprins următorii paşi:

- Generarea unui mic şir ADN cu un cod unic pentru fiecare oraş.
- Replicarea fiecărui şir (câte unul pentru fiecare oraş) de mii de miliarde de ori, prin folosirea unui proces numit „reacţie în lanţ a polimerazei" (RCP).
- În continuare, se pun culturile de ADN (câte una pentru fiecare oraş) la un loc în aceeaşi eprubetă. Acest pas se bazează pe afinitatea lanţurilor de ADN de a se uni formând şiruri. Iau naştere în mod automat lanţuri mai lungi. Fiecare asemenea lanţ reprezintă o posibilă rută cu mai multe oraşe. Lanţurile scurte reprezentând câte un oraş se leagă între ele de o manieră aleatorie, astfel încât nu există matematic certitudinea că se va forma un lanţ care să reprezinte răspunsul corect (succesiunea corectă de oraşe). Pe de altă parte însă, numărul de lanţuri e atât de mare, încât este practic sigur că se va forma cel puţin un lanţ – probabil milioane – care reprezintă răspunsul corect.

Următorii paşi utilizează enzime special concepute pentru eliminarea miilor de miliarde de lanţuri care reprezintă răspunsurile greşite, lăsând numai lanţurile ce reprezintă răspunsul corect:

- Se folosesc molecule numite *primere* pentru distrugerea acelor lanţuri ADN care nu încep cu oraşul de plecare, ca şi a celor care nu se sfârşesc cu oraşul de sosire şi se realizează replicarea lanţurilor rămase (folosind RCP).
- Se foloseşte o reacţie enzimatică pentru eliminarea acelor lanţuri ADN care reprezintă un traseu de călătorie mai lung decât numărul total al oraşelor.
- Se foloseşte o reacţie enzimatică pentru distrugerea acelor lanţuri care nu includ primul oraş. Se repetă pentru toate celelalte oraşe.
- Acum, fiecare dintre lanţurile care au supravieţuit reprezintă răspunsul corect. Se face replicarea lanţurilor supravieţuitoare (folosind RCP) până când există miliarde de asemenea lanţuri.
- Printr-o tehnică numită electroforeză, se face citirea succesiunii ADN a acestor lanţuri corecte (ca grup). Citirile se aseamănă cu un set de linii distincte, care specifică succesiunea corectă a oraşelor.

Creierul din cristal

O altă abordare analizează construirea unui computer în mod similar cultivării unui cristal, direct tridimensional, cu elemente de operare de dimensiunile unor molecule mari din reţeaua cristalină. Este o altă abordare a stăpânirii celei de-a treia dimensiuni.

Lambertus Hesselink, profesor la Stanford, a descris un sistem în care datele sunt stocate într-un cristal, asemenea unei holograme – un tipar de interferenţă optică.[11] Această metodă tridimensională de stocare necesită numai un milion de atomi pentru fiecare bit şi astfel poate asigura stocarea a o mie de miliarde de biţi pe centimetru cub. Alte proiecte speră să aducă sub

control structura moleculară regulată a cristalelor, ca elemente propriu-zise de operare.

Nanotuburile: o variație a moleculelor buckyball

Trei profesori – Richard Smalley și Robert Curl de la Universitatea Rice și Harold Kroto de la Universitatea din Sussex – au împărțit Premiul Nobel pentru chimie pe anul 1996 pentru descoperirea în 1985 a moleculelor în formă de minge de fotbal, compuse dintr-un mare număr de atomi de carbon. Organizate în forme pentagonale sau hexagonale asemănătoare proiectelor de clădiri ale lui R. Buckminster Fuller, ele au fost botezate „buckyball" Aceste molecule neobișnuite, care se formează în mod natural în emanațiile fierbinți ale cuptoarelor, sunt extrem de rezistente – de o sută de ori mai rezistente decât oțelul –, proprietate pe care o împărtășesc cu inovațiile arhitectonice ale lui Fuller.[12]

Mai recent, dr. Sumio Iijima, de la Nippon Electric Company, a arătat că, pe lângă aceste sfere, vaporii lămpilor din carbon cu arc electric conțin și molecule de carbon alungite, care seamănă cu niște tuburi.[13] Numite nanotuburi, urmare a dimensiunilor lor foarte reduse – cincizeci de mii ar avea grosimea egală cu a unui fir de păr de om –, ele sunt constituite din aceleași forme pentagonale ale atomilor de carbon prezente și în *buckyballs* și împărtășesc rezistența neobișnuită a acestor molecule.

Remarcabil la aceste nanotuburi este faptul că pot să îndeplinească funcțiile electronice ale componentelor pe bază de siliciu. Dacă nanotubul este rectiliniu, conduce electricitatea la fel de bine sau chiar mai bine decât un conductor metalic. Dacă survine o contorsionare elicoidală mică, nanotubul începe să se comporte asemenea unui tranzistor. Din nanotuburi se poate construi întreaga gamă de componente electronice.

Deoarece nanotubul este, în esență, o foaie de grafit cu grosimea de numai un atom, el este cu mult mai mic decât tranzistoarele din siliciu de pe un cip integrat. Deși extrem de mici, nanotuburile sunt mult mai durabile decât dispozitivele din siliciu. În plus, rezistă la căldură cu mult mai bine decât siliciul și, prin

urmare, pot fi mai uşor asamblate în construcţii tridimensionale decât tranzistorii din siliciu. Doctorul Alex Zettl, profesor de fizică la Berkeley, Universitatea California, întrevede construcţii tridimensionale din elemente bazate pe nanotuburi, similare creierului uman, dar mult mai dense şi mai rapide.

Computaţia cuantică: Universul într-o cană

Particulele cuantice sunt visele din care este făcută materia.

– David Moser

Până acum, am discutat despre simpla tehnologie digitală. Practic, există o abordare cu mult mai eficientă, numită tehnologie cuantică de calcul. Ea promite o capacitate de a rezolva probleme pe care nici măcar computerele digitale înalt paralele nu le pot rezolva. Computerele cuantice utilizează un rezultat aparent paradoxal al mecanicii cuantice. De fapt, sunt redundant – toate rezultatele mecanicii cuantice sunt paradoxale.

Reţine că Legea accelerării veniturilor şi alte proiecţii din această carte nu se bazează pe tehnologia cuantică de calcul. Proiecţiile din cartea de faţă se bazează pe tendinţe uşor măsurabile care nu se sprijină pe discontinuităţi ale progresului tehnologic, apărute cu toate acestea în decursul secolului XX. În mod cert vor exista discontinuităţi tehnologice în secolul XXI, iar tehnologia cuantică de calcul va fi în mod sigur una dintre ele.

Ce înseamnă tehnologie cuantică de calcul? Tehnologia digitală de calcul se bazează pe biţi de informaţie care sunt ori nimic, ori tot – zero sau unu. Biţii sunt organizaţi în structuri mai mari, cum ar fi numerele, literele şi cuvintele, care, la rândul lor, pot să reprezinte practic orice formă de informaţie: text, sunet, imagine, imagine în mişcare. Pe de altă parte, tehnologia cuantică de calcul se bazează pe qu-biţi, care, în esenţă, sunt zero şi unu concomitent. Qu-bitul se bazează pe ambiguitatea fundamentală inerentă mecanicii cuantice. Poziţia, impulsul şi orice alte stări ale unei particule fundamentale rămân „ambigue" până

când un proces de dezambiguizare determină particula respectivă să se „hotărască" unde se află, unde a fost şi ce proprietăţi are. De exemplu, să ne gândim la un flux de fotoni care loveşte o foaie de sticlă sub un unghi de 45 de grade. Pe măsură ce loveşte sticla, fiecare foton are de ales dacă să treacă prin ea sau să se reflecte. Şi fiecare foton va adopta, practic, ambele căi (de fapt, mai mult de-atât, vezi mai departe), până când un proces de observare conştientă va forţa fiecare particulă să decidă calea pe care o va urma. Acest comportament a fost confirmat pe larg în numeroase experimente contemporane.

În cazul unui computer cuantic, qu-biţii ar fi reprezentaţi de o proprietate – spinul nucleului este alegerea cea mai populară – a electronilor individuali. Dacă sunt aranjaţi cum trebuie, electronii nu vor fi decis direcţia spinului lor nuclear (în sus sau în jos) şi, prin urmare, se vor afla concomitent în ambele stări. Procesul de observare conştientă a stărilor de spin ale electronilor – sau a oricăror fenomene subsecvente dependente de determinarea celor trei stări – duce la rezolvarea ambiguităţii. Acest proces de dezambiguizare se numeşte decoerenţă cuantică. Dacă nu ar exista decoerenţa cuantică, lumea în care trăim ar fi un loc cu adevărat derutant.

Cheia pentru realizarea unui computer cuantic este că i-am prezenta acestuia o problemă, odată cu un mod de testare a răspunsului. Am seta decoerenţa cuantică a qu-biţilor astfel încât numai un răspuns care trece testul să supravieţuiască decoerenţei. Practic, răspunsurile care nu ar reuşi s-ar anula reciproc. La fel ca în cazul altor numeroase abordări (de exemplu, algoritmii recurenţi şi genetici), una dintre cheile tehnologiei cuantice de calcul constă, prin urmare, în formularea clară a problemei, inclusiv a unui mod precis de testare a posibilelor răspunsuri.

Seriile de qu-biţi reprezintă simultan toate soluţiile posibile ale problemei. Un singur qu-bit reprezintă două soluţii posibile. Doi qu-biţi legaţi reprezintă patru soluţii posibile. Un computer cuantic cu 1.000 qu-biţi reprezintă 2^{1000} (respectiv, un număr aproximativ egal cu un 1 urmat de 301 zerouri) rezultate posibile simultan. Formularea problemei – exprimată ca test al posibilelor răspunsuri – este aplicată şirului de qu-biţi astfel încât aceştia

să decoereze (respectiv, fiecare qu-bit se schimbă din starea ambiguă 0-1 într-o stare propriu-zisă de 0 sau 1), lăsând o serie de 0 şi 1 care trec testul. În esenţă, toate cele 2^{1000} posibile soluţii au fost încercate *simultan*, lăsând în urmă numai soluţia corectă.

Acest proces de citire a răspunsurilor prin intermediul decoerenţei cuantice este în mod evident cheia tehnologiei cuantice de calcul. De asemenea, este aspectul cel mai dificil de înţeles. Să ne gândim la următoarea analogie. Studenţii boboci la fizică învaţă că, atunci când atinge o oglindă sub un unghi oarecare, lumina se reflectă în direcţia opusă şi sub acelaşi unghi faţă de suprafaţă. Însă, potrivit teoriei cuantice, nu acest lucru se întâmplă. Fiecare foton ricoşează practic de pe fiecare punct posibil al oglinzii, încercând în esenţă toate căile posibile. Majoritatea covârşitoare a acestor căi se anulează reciproc, lăsând validă doar calea pe care o prezice fizica clasică. Gândeşte-te la oglindă ca la o problemă care trebuie rezolvată. Doar soluţia corectă – lumina reflectată sub un unghi egal cu cel de incidenţă – supravieţuieşte tuturor anulărilor cuantice. Un computer cuantic funcţionează în acelaşi fel. Testul corectitudinii răspunsului la problemă este setat astfel încât majoritatea posibilelor răspunsuri – cele care nu trec testul – să se anuleze reciproc, lăsând în vigoare doar succesiunea de biţi care reuşeşte să treacă testul. Prin urmare, o oglindă obişnuită poate fi considerată un exemplu special de computer cuantic – unul care rezolvă doar o problemă cât se poate de simplă.

Ca exemplu chiar mai util, codurile de criptare se bazează pe înmulţirea unor numere mari (înmulţire înseamnă stabilirea acelor numere mai mici care, multiplicate între ele, dau ca rezultat numărul mare). Înmulţirea unui număr cu câteva sute de biţi este practic imposibilă pe orice computer digital, chiar dacă am avea la dispoziţie miliarde de ani pentru a aştepta răspunsul. Computerul cuantic poate să încerce simultan toate combinaţiile posibile de factori şi să spargă codul în mai puţin de a miliarda parte dintr-o secundă (comunicarea răspunsului către observatorul uman într-adevăr durează ceva mai mult). Testul aplicat de computerul cuantic în cursul acestui stadiu-cheie de dezambiguizare este foarte simplu: se înmulţeşte un factor cu altul şi,

dacă rezultatul este identic cu codul de criptare, am rezolvat problema.

S-a spus că tehnologia cuantică de calcul este, comparativ cu tehnologia digitală, ceea ce este o bombă cu hidrogen față de o pocnitoare. O afirmație remarcabilă dacă ținem seama de faptul că tehnologia digitală de calcul este ea însăși cât se poate de revoluționară. Analogia se bazează pe următoarea observație. Gândește-te (cel puțin teoretic) la un computer de proporțiile Universului (noncuantic), în care fiecare neutron, electron și proton din Univers este transformat într-un computer și fiecare computer (respectiv fiecare particulă din Univers) este capabil să proceseze mii de miliarde de calcule pe secundă. Acum imaginează-ți anumite probleme pe care acest supercomputer de proporții universale ar fi incapabil să le rezolve, chiar dacă l-am rula până la următorul Big Bang sau până când ar muri toate stelele din Univers – adică în jur de zece până la treizeci de miliarde de ani. Există multe exemple de asemenea probleme masiv nerezolvabile; de exemplu, spargerea codurilor de criptare care folosesc o mie de biți sau rezolvarea problemei comis-voiajorului pentru o sută de orașe. Deși tehnologia digitală deosebit de masivă (inclusiv computerul nostru teoretic de proporțiile Universului) este incapabilă să rezolve această clasă de probleme, un computer cuantic de proporții microscopice ar putea soluționa asemenea chestiuni în mai puțin de o miliardime de secundă.

Sunt fezabile computerele cuantice? Progresele recente, atât teoretice, cât și practice, sugerează că răspunsul este da. Cu toate că încă nu a fost construit un computer cuantic propriu-zis, existența mijloacelor pentru aducerea sub control a decoerenței necesare a fost demonstrată. Isaac Chuang de la Laboratorul Național din Los Alamos și Neil Gershenfeld de la MIT au realizat practic un computer cuantic folosind atomii de carbon din molecula de alanină. Computerul lor cuantic a fost capabil doar să adune unu cu unu, dar este un început. Desigur, ne-am bazat decenii de-a rândul pe aplicații practice ale altor efecte cuantice, cum ar fi efectul de tunneling al electronilor în tranzistori.[14]

Un computer cuantic într-o cană de cafea

Una dintre dificultăţile proiectării unui computer cuantic real constă în faptul că acesta trebuie să fie extrem de mic, în esenţă de dimensiunile atomilor sau moleculelor, pentru a ţine sub control delicatele efecte cuantice. Însă este foarte dificil să împiedici atomii şi moleculele individuale să se mişte de colo-colo, ca urmare a efectelor termice. Mai mult de-atât, moleculele individuale sunt în general prea instabile pentru construirea unei maşini în care să se poată avea încredere. Pentru rezolvarea acestor probleme, Chuang şi Gershenfeld au venit cu un progres teoretic. Soluţia lor este să ia o cană de lichid şi să considere fiecare moleculă un computer cuantic. Acum, în locul unui singur computer cuantic instabil, de dimensiuni moleculare, au o cană cu aproximativ o sută de miliarde de mii de miliarde de computere cuantice. Ideea este nu un paralelism şi mai masiv, ci, dimpotrivă, o redundanţă masivă. În acest fel, comportamentul inevitabil haotic al unora dintre molecule nu are niciun efect asupra comportamentului statistic al tuturor moleculelor din lichid. Această abordare, de folosire a comportamentului statistic al miilor de miliarde de molecule pentru depăşirea lipsei de siguranţă dată de o singură moleculă este similară utilizării de către profesorul Adleman a câtorva mii de miliarde de lanţuri ADN pentru depăşirea problemei comparabile a tehnologiei de calcul ADN.

Această abordare a tehnologiei cuantice de calcul rezolvă şi problema citirii răspunsului bit cu bit, fără a face acei qu-biţi care nu au fost citiţi încă să se decoereze prematur. Chuang şi Gershenfeld îşi supun computerul lichid unor impulsuri de unde radio, care fac moleculele să răspundă prin semnale indicând spinul fiecărui electron. Fiecare impuls provoacă şi o anumită decoerenţă dar, iarăşi, această decoerenţă nu afectează comportamentul statistic al miilor de miliarde de molecule. În acest fel, efectele cuantice devin stabile şi sigure.

Chuang şi Gershenfeld construiesc actualmente un computer cuantic care poate să facă produsul unor numere mici. Cu toate că acest model de început nu va concura cu computerele digitale

convenționale, el va reprezenta o importantă demonstrație a fezabilității tehnologiei cuantice de calcul. Pe un loc aparent de cinste pe lista lor de medii lichide cuantice adecvate este cafeaua Java proaspăt preparată care, după cum observă Gershenfeld, „are caracteristici de încălzire neobișnuit de uniforme".

Computarea cuantică pe codul vieții

Computația cuantică începe să depășească tehnologia digitală de calcul atunci când putem să legăm cel puțin 40 de qu-biți. Un computer cuantic de 40 de qu-biți ar evalua o mie de miliarde de posibile soluții simultan, ceea ce ar corespunde celor mai rapide supercomputere. La 60 de qu-biți, am face un milion de mii de miliarde de comparații simultan. Când vom ajunge la sute de qu-biți, capacitățile unui computer cuantic vor fi depășit de departe orice computer digital pe care ți l-ai putea imagina.

Așadar, iată ideea mea. Puterea unui computer cuantic depinde de numărul de qu-biți pe care îi putem lega între ei. Trebuie să găsim o moleculă mare, care este special creată pentru a reține volume mari de informații. Evoluția a creat exact o asemenea moleculă: ADN-ul. Putem să creăm cu ușurință o moleculă de ADN de orice dimensiune vrem, de la câteva zeci de trepte de nucleotide, până la câteva mii. Prin urmare, combinăm din nou două idei elegante – în acest caz, computerul cu ADN lichid cu computerul cuantic cu lichid – pentru a veni cu o soluție mai măreață decât suma părților. Punând mii de miliarde de molecule de ADN într-o cană, apare potențialul de a construi un computer cuantic înalt redundant – și prin urmare sigur – cu oricât de mulți qu-biți am vrea să controlăm. Amintește-ți că aici ai citit prima oară de așa ceva.

Să presupunem că nu se uită nimeni, niciodată, la răspuns

Să spunem că ambiguitatea cuantică pe care se bazează computerul cuantic se află într-o stare de dezambiguizare, când o entitate conștientă observă fenomenul ambiguu. În acest caz, entitățile conștiente suntem noi, utilizatorii computerului cuantic. Însă, în folosirea unui computer cuantic, nu ne interesează direct

spinul nuclear al electronilor implicaţi. Spinurile sunt măsurate de un aparat care la rândul lui răspunde unor întrebări la care i s-a cerut computerului cuantic să răspundă. Aceste mărimi sunt apoi procesate de alte dispozitive electronice, manevrate de echipamente convenţionale de calcul, iar în final sunt afişate sau tipărite pe o foaie de hârtie.

Să presupunem că niciun om sau altă entitate conştientă nu se uită vreodată la imprimatul rezultat. În această situaţie, nu a existat nicio observaţie conştientă şi, prin urmare, nu s-a produs nicio dezambiguizare. După cum am arătat mai devreme, lumea fizică se „deranjează" să se manifeste numai într-o stare de dezambiguizare, când unul dintre noi, entităţi conştiente, decide să interacţioneze cu ea. Prin urmare, pagina cu răspunsul este ambiguă, nedeterminată – până când şi dacă este privită de o entitate conştientă. Pe urmă, instantaneu, toată ambiguitatea este rezolvată retroactiv şi răspunsul e cel imprimat pe pagina de hârtie. Implicaţia este că răspunsul nu există până când este văzut. Însă nu încerca să tragi cu coada ochiului la pagină ca s-o vezi albă; efectele cuantice sunt instantanee.

La ce este bun?

O cerinţă-cheie a tehnologiei cuantice de calcul este modul de testare a răspunsurilor. Nu întotdeauna există un asemenea test. Pe de altă parte însă, computerul cuantic ar fi un extraordinar matematician. Ar putea să ia în considerare simultan toate combinaţiile posibile de axiome şi teoreme rezolvate anterior (în limitele capacităţii qu-bit a computerului cuantic) pentru a demonstra sau infirma practic orice ipoteză care poate sau nu poate fi dovedită. Cu toate că uneori este foarte dificil de adus o dovadă matematică, de obicei confirmarea validităţii ei este simplă, astfel încât abordarea cuantică e cât se poate de potrivită.

Tehnologia cuantică de calcul nu este direct aplicabilă, pe de altă parte, în cazul problemelor cum ar fi un joc care se joacă pe o tablă de joc. În vreme ce mutarea de şah „perfectă" pe o tablă dată este un bun exemplu de problemă de computer finită

dar nerezolvabilă, nu există niciun mijloc simplu de verificare a răspunsului. Dacă o persoană sau un proces ar da un rezultat, nu ar exista niciun alt mijloc de testare a validității acestuia în afara construirii aceluiași arbore mutare-contramutare care a generat răspunsul de la bun început. Chiar și în cazul unor simple mutări „bune", un computer cuantic nu ar prezenta niciun avantaj evident față de un computer digital.

Dar cum rămâne cu creațiile de artă? Aici, computerul cuantic ar avea o valoare considerabilă. Crearea unei lucrări de artă implică rezolvarea unei serii, posibil a unor serii extinse, de probleme. Un computer cuantic ar putea să răspundă la orice combinație posibilă de elemente – cuvinte, note, ștersături de pensulă – pentru fiecare decizie. În continuare ne lipsește un mijloc de testare a fiecărui răspuns la succesiunea de probleme estetice, însă computerul cuantic ar fi ideal pentru căutarea instantanee într-un univers de posibilități.

Criptarea, distrusă și renăscută

După cum am menționat anterior, problema clasică pe care computerul cuantic este ideal dotat să o rezolve este spargerea cifrurilor de codificare, care se bazează pe calcularea produsului unor numere foarte mari. Forța unui cod de cifrare se măsoară în funcție de numărul de biți care trebuie înmulțiți. De exemplu, din Statele Unite este ilegal să se exporte tehnologie de criptare care folosește mai mult de 40 de biți (56 de biți pentru cheile destinate autorităților din sfera aplicării legii). O metodă de criptare de 40 de biți nu este foarte sigură. În luna septembrie 1997, Ian Goldberg, student la cursuri postuniversitare la Universitatea California din Berkeley, a reușit să spargă un cifru de 40 de biți în trei ore și jumătate, folosind o rețea de 250 de computere mici.[15] Un cifru de 56 de biți este ceva mai bun (16 biți este și mai bun, de fapt). Zece luni mai târziu, John Gilmore, activist pentru apărarea intimității computerelor, și Paul Kochner, expert în coduri, au reușit să spargă un cifru de 56 de biți în 56 de ore, folosind un computer special conceput, a cărui construire i-a costat 250.000 de dolari. Însă un computer poate să înmulțească ușor numere de

orice dimensiuni (în limitele capacităţii sale). Tehnologia cuantică de calcul ar putea în esenţă să distrugă criptarea digitală.

Însă, aşa cum ia ceva, tehnologia şi pune ceva în loc. Un efect cuantic asociat poate să ofere o nouă metodă de creare a unor cifruri care nu ar putea fi sparte niciodată. Din nou, reţine, cititorule, că, în lumina Legii accelerării veniturilor, „niciodată" nu mai durează atât de mult ca pe vremuri.

Acest efect se numeşte entanglare cuantică. Einstein, care nu a fost un fan al mecanicii cuantice, a dat un nume diferit acestui fenomen, spunându-i „acţiune fantomatică la distanţă". Fenomenul a fost demonstrat recent de dr. Nicolas Gisin de la Universitatea din Geneva, în cadrul unui recent experiment desfăşurat între două capete ale oraşului Geneva.[16] Dr. Gisin a trimis prin fibre optice doi fotoni în direcţii opuse. Când fotonii s-au aflat la o distanţă de circa 10 kilometri unul de altul, au întâlnit, amândoi, câte o placă de sticlă pe care puteau fie să se reflecte, fie să se refracte. Astfel, amândoi au fost obligaţi să ia o decizie cu probabilitate egală între cele două căi. Cum nu exista nicio posibilitate de comunicare între cei doi fotoni, fizica clasică ar fi anticipat că deciziile lor erau independente. Însă amândoi au luat aceeaşi decizie. Şi au făcut acest lucru în aceeaşi fracţiune de secundă, astfel încât, chiar dacă ar fi existat un mijloc necunoscut de comunicare între ei, nu ar fi fost suficient timp pentru ca un mesaj să ajungă de la un foton la altul cu viteza luminii. Cele două particule erau entanglate cuantic şi au comunicat instantaneu între ele, fără să conteze distanţa. Efectul a fost repetat în condiţii de siguranţă pentru mai multe asemenea perechi de fotoni.

Aparenta comunicare dintre cei doi fotoni se produce cu o viteză cu mult mai mare decât viteza luminii. Teoretic, viteza este infinită prin aceea că dezambiguizarea deciziilor privind traiectoriile celor doi fotoni, potrivit teoriei cuantice, se produce exact în aceeaşi fracţiune de secundă. Experimentul dr. Gisin a fost suficient de sensibil pentru a demonstra faptul că această comunicare s-ar fi realizat cu o viteză de cel puţin zece mii de ori mai mare decât viteza luminii.

Aşadar, violează acest fapt Teoria specială a relativităţii a lui Einstein, care postulează că viteza luminii este cea mai mare

viteză cu care se poate transmite informația? Răspunsul este nu – nu există nicio transmitere de informații între fotonii entanglați. Decizia fotonilor este aleatorie – un aleatoriu cuantic profund –, iar aleatoriul în mod cert nu înseamnă informație. Atât emițătorul, cât și receptorul mesajului accesează simultan decizii aleatorii identice ale fotonilor entanglați, care sunt folosite pentru codificarea, respectiv decodificarea mesajului. Prin urmare, comunicăm aleatoriul – nu informația – cu viteze mult mai mari decât viteza luminii. Singurul mod în care am putea converti în informație deciziile aleatorii ale fotonilor ar fi să putem edita succesiunea aleatorie a deciziilor lor. Însă editarea acestei succesiuni ar necesita observarea deciziilor fotonilor, care la rândul ei ar putea să determine dezambiguizarea cuantică, fapt ce ar distruge entanglarea cuantică. Prin urmare, teoria lui Einstein rămâne valabilă.

Cu toate că nu putem transmite instantaneu informația folosind entanglarea cuantică, transmiterea aleatoriului este în continuare foarte utilă. Ne permite să resuscităm procesul criptării, pe care tehnologia cuantică de calcul l-ar distruge. Dacă emițătorul și receptorul unui mesaj se află la cele două capete ale unei fibre optice, ei pot să folosească deciziile perfect acordate ale unui flux de fotoni entanglați cuantic pentru a cifra sau, respectiv, descifra un mesaj. Deoarece criptarea este în mod fundamental aleatorie și nerepetabilă, nu poate fi spartă. Trasul cu urechea ar fi de asemenea imposibil, deoarece ar provoca dezambiguizarea cuantică, detectabilă la ambele capete. Prin urmare, intimitatea ar fi pusă la adăpost.

Observă că, în cazul criptării cuantice, transmitem codul instantaneu. Mesajul propriu-zis va sosi cu mult mai lent – doar cu viteza luminii.

Conștiința cuantică revizuită

Perspectiva computerelor care ar concura cu întreaga gamă a capacităților umane generează sentimente puternice, adeseori adverse, plus o avalanșă de argumente potrivit cărora un asemenea spectru este imposibil teoretic. Unul dintre argumentele

cele mai interesante vine de la un matematician şi fizician de la Oxford, Roger Penrose.

În marele său succes de vânzări din anul 1989, *Mintea cea nouă a împăratului – The Emperor's New Mind –*, Penrose avansează două ipoteze.[17] Prima se referă la o teoremă neliniştitoare, dovedită de un matematician ceh, Kurt Gödel. Celebra „teoremă a incompletitudinii" a lui Gödel, care a fost desemnată cea mai importantă teoremă din matematică, afirmă că, într-un sistem matematic suficient de puternic pentru a genera numere naturale, există în mod inevitabil ipoteze care nu pot fi nici confirmate, nici infirmate. Aceasta a fost una dintre acele intuiţii de secol XXI care au tulburat ordinea gândirii secolului al XIX-lea.

Un corolar al teoremei lui Gödel spune că există ipoteze matematice care nu pot fi decise de un algoritm. În esenţă, aceste probleme gödeliene nerezolvabile necesită un număr infinit de paşi pentru a fi rezolvate. Prin urmare, prima ipoteză a lui Penrose este că maşinile nu pot face ceea ce fac oamenii, pentru că nu pot decât să aplice un algoritm. Iar un algoritm nu poate rezolva o problemă gödeliană nerezolvabilă. Dar oamenii pot. *Prin urmare, oamenii sunt mai buni.*

Penrose merge mai departe şi afirmă că oamenii pot să rezolve probleme nerezolvabile deoarece creierele lor operează cuantic. Răspunzând subsecvent la criticile potrivit cărora neuronii sunt prea mari pentru a manifesta efecte cuantice, Penrose a citat structuri mici din neuroni, denumite microtubuli, care pot fi capabile de operare cuantică.

Pe de altă parte, prima ipoteză a lui Penrose – că oamenii sunt în mod inerent superiori maşinilor – este neconvingătoare din cel puţin trei motive:

1. Este adevărat că maşinile nu pot să rezolve probleme gödeliene insolvabile. Însă nici oamenii nu pot să le rezolve. Oamenii pot numai să le evalueze. Computerele pot să facă şi ele estimări, iar în ultimii ani fac acest lucru mai bine decât oamenii.
2. În orice caz, tehnologia cuantică de calcul nu permite nici ea rezolvarea problemelor gödeliene nerezolvabile. Rezolvarea problemelor gödeliene nerezolvabile

necesită un algoritm cu un număr infinit de pași. Tehnologia cuantică de calcul poate să transforme o problemă nerezolvabilă, care nu ar putea fi soluționată pe un computer convențional nici în mii de miliarde de ani, într-o operație instantanee. Însă tot nu corespunde operării infinite.

3. Chiar dacă punctele (1) și (2) de mai sus ar fi greșite, respectiv dacă oamenii ar putea să rezolve probleme gödeliene imposibile și ar face-o datorită capacității lor de operare cuantică, mașinile tot ar putea să folosească această tehnologie de operare. Corolarul este posibil. Dacă creierul uman dă dovadă de posibilități de operare cuantică, acest fapt nu ar face decât să confirme că operarea cuantică este posibilă, că materia, supunându-se legilor naturii, poate să opereze cuantic. Orice mecanism de la nivelul neuronilor umani capabil de operare cuantică, așa cum ar fi microtubulii, ar putea fi replicat de o mașină. Mașinile folosesc, în zilele noastre, efectele cuantice – efectul de *tunneling* – în mii de miliarde de dispozitive (respectiv, în tranzistori).[18] Nu există nimic care să sugereze că creierul uman are acces exclusiv la posibilitățile de operare cuantică.

Cea de-a doua ipoteză a lui Penrose este mai dificil de soluționat. Se referă la faptul că o entitate care manifestă posibilități de operare cuantică este conștientă. Penrose spune că tocmai capacitatea de operare cuantică a omului explică conștiința acestuia. Prin urmare, operarea cuantică – dezambiguizarea cuantică – generează conștiință.

Actualmente, știm că există într-adevăr o legătură între conștiință și dezambiguizarea cuantică. Respectiv, conștiința care observă incertitudinea cuantică determină dezambiguizarea cuantică. Însă Penrose afirmă că există o legătură în sens opus. Acest lucru nu rezultă logic. Desigur, mecanica cuantică nu este logică în sensul uzual – respectă logica cuantică (unii observatori folosesc cuvântul „ciudată" pentru descrierea logicii cuantice). Însă chiar și aplicând logica cuantică, nu pare să rezulte cea de-a

doua ipoteză a lui Penrose. Pe de o parte, nu pot să o resping aprioric, deoarece există o legătură puternică între conştiinţă şi dezambiguizarea cuantică, legătură ce rezidă în faptul că aceasta din urmă o determină pe cea dintâi. M-am gândit la această temă timp de trei ani de zile şi nu am putut să o accept sau să o resping. Poate că, până când voi scrie următoarea carte, voi avea o opinie privitoare la cea de-a doua ipoteză a lui Penrose.

Retroingineria, un proiect dovedit: creierul uman

> *Pentru mulţi oameni, mintea este ultimul refugiu al misterului împotriva răspândirii abuzive a ştiinţei, iar acestora nu le place ideea ca ştiinţa să înghită şi ultima palmă de terra incognita.*
>
> – Herb Simon, citat de Daniel Dennett

> *Nu-i putem lăsa pe oameni să fie ei înşişi şi să se bucure de viaţă în felul lor? Încerci să faci un alt tu. Unul este suficient.*
>
> – Ralph Waldo Emerson

> *Pentru înţelepţii din vechime... soluţia a fost cunoaşterea şi disciplina de sine... iar în practicarea acestei tehnici, erau gata să facă lucruri considerate până acum dezgustătoare şi lipsite de pietate – cum ar fi exhumarea şi mutilarea morţilor.*
>
> – C.S. Lewis

Inteligenţa este: (a) cel mai complex fenomen din Univers; ori (b) un proces profund simplu.

Răspunsul este, desigur, (c): ambele de mai sus. Este vorba despre încă una dintre acele mari dualităţi care fac viaţa interesantă. Am discutat deja despre simplitatea inteligenţei: paradigme simple şi proces simplu de operare. Hai să discutăm despre complexitate.

Ne întoarcem la cunoaştere, care începe de la seminţe simple, dar în cele din urmă devine complexă, pe măsură ce

procesul de colectare a cunoaşterii interacţionează cu haotica lume reală. Pe bună dreptate, aceasta a fost originea inteligenţei. A fost rezultatul procesului de evoluţie pe care îl numim selecţie naturală, ea însăşi o paradigmă simplă, care şi-a extras complexitatea din pandemoniul mediului său. Suntem martorii aceluiaşi fenomen atunci când aducem sub control evoluţia cu ajutorul computerului. Începem cu formule simple, adăugăm procesul simplu al recapitulării evoluţioniste şi combinăm toate acestea cu simplitatea unei capacităţi masive de operare. Rezultatul este reprezentat adeseori de algoritmi complecşi, eficienţi şi inteligenţi.

Este creierul suficient de mare?

Este oare concepţia noastră cu privire la funcţionarea neuronilor umani şi sunt oare estimările noastre cu privire la numărul de neuroni şi conexiuni interneuronale din creierul nostru consecvente cu ceea ce ştim despre capacităţile creierului? Poate că neuronii umani sunt mult mai capabili decât credem noi. În acest caz, construirea unei maşini cu capacităţi de nivel uman ar putea să dureze ceva mai mult decât se aşteaptă.

Constatăm că estimarea numărului de concepte – „bucăţi" de cunoaştere – pe care le stăpâneşte un expert uman dintr-un anumit domeniu este remarcabil de consistentă: în jur de 50.000 până la 100.000. Această gamă aproximativă pare să fie validă pentru o sferă cuprinzătoare de activităţi umane: numărul de poziţii de pe tabla de şah dominate de un mare maestru, conceptele stăpânite de un expert în domeniul tehnic, de pildă un fizician, vocabularul unui autor (Shakespeare a folosit 29.000 de cuvinte[19]; această carte conţine cu mult mai puţine).

Acest tip de cunoaştere profesională reprezintă, desigur, doar o mică submulţime din cunoaşterea care ne este necesară pentru a funcţiona ca fiinţe umane. Cunoştinţele de bază ale lumii, inclusiv aşa-numitul bun-simţ, sunt mai extinse. Avem, de asemenea, capacitatea de recunoaştere a tiparelor: limbajul vorbit, limbajul scris, obiecte, chipuri. Şi avem îndemânări:

mersul, vorbirea, prinderea mingilor. Cred că o estimare rezonabil de conservatoare a cunoaşterii generale a unui om obişnuit este de o mie de ori mai mare decât cunoaşterea unui expert în domeniul său de specialitate. Asta ne conduce la o estimare grosieră de 100 de milioane de bucăţi – biţi de înţelegere, concepte, tipare, abilităţi specifice – pentru fiecare om. După cum vom vedea în continuare, chiar dacă estimarea e redusă (cu un ordin de mărime care poate să ajungă până la 1.000), creierul tot este suficient de mare.

Numărul de neuroni din creierul uman este estimat la aproximativ 100 de miliarde, cu o medie de 1.000 de conexiuni pentru fiecare neuron, ceea ce face să se ajungă la un total de 100 de mii de miliarde de conexiuni. La 100 de mii de miliarde de conexiuni şi 100 de milioane de bucăţi de cunoaştere (inclusiv tipare şi abilităţi), ajungem la o estimare de aproximativ un milion de conexiuni pentru fiecare bucată de cunoaştere.

Simulările noastre computerizate de reţele neuronale folosesc o varietate de modele de neuroni, toate relativ simple. Eforturile de realizare a unor modele electronice detaliate de neuroni reali ai unor mamifere par să ne arate că, deşi neuronii animali sunt mai complicaţi decât modelele computerizate obişnuite, diferenţa de complexitate este modestă. Chiar şi folosind cea mai simplă versiune computerizată de neuron, constatăm că putem să realizăm modelul unui bit de cunoaştere – un chip, forma unui caracter, un fonem, un sens al unui cuvânt – folosind numai o mie de conexiuni per bit. Prin urmare, estimarea de un milion de conexiuni neuronale la nivelul creierului uman dedicate unui bit de cunoaştere pare să fie rezonabilă.

Pe bună dreptate, pare să fie chiar mare. Aşadar, putem creşte estimarea mea (numărul de biţi de cunoaştere) de o mie de ori şi tot ne-ar ieşi calculele. Pe de altă parte, este posibil ca cifrarea cunoştinţelor la nivelul creierului să fie mai puţin eficientă decât metodele pe care le folosim în cazul maşinilor noastre. Această aparentă ineficienţă este concordantă

cu faptul că noi înțelegem creierul uman ca fiind proiectat pe larg. Creierul se bazează pe un grad mare de redundanță și pe o densitate relativ redusă de stocare a informației pentru a garanta siguranța și pentru a continua să funcționeze eficient în ciuda unei rate ridicate de pierdere a neuronilor pe măsura îmbătrânirii.

Concluzia mea este că nu ar părea să avem nevoie de contemplarea unui model de procesare a informației de către neuronii individuali, care este semnificativ mai complex decât înțelegem noi actualmente, pentru a explica înzestrarea umană. Creierul este suficient de mare.

Însă nu trebuie neapărat să simulăm întreaga evoluție a creierului uman pentru a sonda secretele complexe pe care le conține. Putem face acest lucru exact așa cum face o companie din domeniul tehnologiei demontând și supunând „retroingineriei" (analiza în vederea înțelegerii metodelor) produsele rivalei sale. La urma urmelor, este cel mai bun exemplu de proces inteligent care ne-ar putea ajunge la îndemână. Putem sonda arhitectura, organizarea și cunoașterea înnăscută a creierului uman pentru a ne accelera foarte mult înțelegerea modului de proiectare a inteligenței într-o mașină. Cercetând circuitele cerebrale, putem copia și imita un proiect verificat, care i-a luat creatorului său original câteva miliarde de ani ca să-l pună la punct. (Și nici măcar nu este protejat de copyright.)

Pe măsură ce ne apropiem de capacitatea de procesare care ne va permite simularea creierului uman – nu am ajuns încă, dar vom fi foarte aproape cam peste un deceniu –, acest țel va fi urmărit cu îndârjire. Și, pe bună dreptate, acest efort a debutat deja.

De exemplu, cipul vizual de la Synaptics este în esență o copie a organizării neuronale, implementată în siliciu, desigur, nu doar a retinei umane, ci și a stadiilor incipiente ale procesării vizuale la mamifere. A înglobat esența algoritmului procesării vizuale timpurii specifice mamiferelor, algoritm numit filtrare în jurul centrului. Nu este un cip deosebit de complicat, însă

înglobează într-un mod realist esenţa stadiilor iniţiale ale vederii umane.

Există o marotă în rândul observatorilor, atât informaţi, cât şi neinformaţi, că un asemenea proiect de retroinginerie nu este fezabil. Hofstadter este îngrijorat că „creierul nostru poate fi prea slab pentru a se înţelege pe sine".[20] Dar nu asta descoperim. Pe măsură ce sondăm circuitele creierului, constatăm că algoritmii masiv paraleli sunt departe de a fi incomprehensibili. Şi nici nu sunt într-un număr infinit. Creierul are sute de regiuni specializate şi o arhitectură foarte înflorită, consecinţă a îndelungatei sale istorii. Tot acest puzzle nu ne depăşeşte capacitatea de înţelegere. Şi cu siguranţă nu va depăşi capacitatea de înţelegere a maşinilor din secolul XXI.

Cunoaşterea se află drept în faţa ochilor noştri sau mai curând în interiorul nostru. Nu este imposibil să ajungem la ea. Să începem cu scenariul cel mai simplu, cât se poate de fezabil în zilele noastre (cel puţin pentru iniţiaţi).

Începem cu congelarea unui creier decedat recent.

Acum, înainte să primesc prea multe reacţii de indignare, dă-mi voie, cititorule, să mă înfăşor în mantia lui Leonardo da Vinci. Leonoardo s-a confruntat şi el cu reacţia de tulburare venită din partea contemporanilor săi. Este vorba despre un individ care fura cadavre de la morgă, le ducea cu cotiga la el acasă şi apoi le ciopârţea. Asta se întâmpla înainte ca disecţia cadavrelor să fie la modă. Făcea lucrurile astea în numele ştiinţei, o ţintă care nu era cine ştie cât de preţuită la vremea aceea. Voia să înveţe cum funcţionează corpul uman, însă contemporanii săi îi găseau ocupaţiile bizare şi lipsite de respect. Astăzi avem o perspectivă diferită, anume că extinderea cunoştinţelor privitoare la această minunată maşină este omagiul cel mai plin de respect pe care i-l putem aduce. Tăiem tot timpul cadavre ca să aflăm mai multe despre felul cum funcţionează corpurile vii şi ca să-i învăţăm pe alţii ceea ce noi am aflat deja.

Nu există nicio diferenţă aici în privinţa a ceea ce sugerez. Cu o singură excepţie: vorbesc despre creier, nu despre corp. Este mult mai exact. Ne identificăm din ce în ce mai mult cu creierul în locul corpului. Intervenţiile chirurgicale la nivelul cutiei

craniene sunt considerate mai invazive decât cele de la degetele picioarelor. Cu toate acestea însă, valoarea cunoştinţelor care pot fi dobândite de pe urma sondării creierului este mult prea mare pentru a putea fi ignorată. Prin urmare, vom depăşi orice urme de dezgust care mai persistă.

După cum spuneam, începem cu congelarea unui creier mort. Nu este un concept nou – doctorul E. Fuller Torrey, fost responsabil în cadrul Institutului Naţional de Boli Mintale şi actualmente şef al departamentului de sănătate mintală al unei fundaţii private de cercetări, are 44 de congelatoare pline cu 226 de creiere congelate.[21] Torrey şi colaboratorii săi speră să obţină indicii privitoare la cauzele schizofreniei, astfel că toate creierele sale aparţin unor pacienţi schizofrenici decedaţi, ceea ce probabil că nu este ideal pentru scopurile noastre.

Examinăm câte un strat de creier odată – o felie foarte subţire. Cu ajutorul unui echipament de scanare bidimensională de o sensibilitate adecvată, ar trebui să fim în măsură să vedem fiecare neuron şi fiecare conexiune reprezentată de fiece strat sinaptic subţire. După ce este examinat şi după stocarea datelor necesare, stratul poate fi îndepărtat pentru a se scoate la iveală următorul strat. Această informaţie se poate depozita şi asambla într-un gigantic model tridimensional al conexiunilor şi topologiei neuronale de la nivelul creierului.

Ar fi fost mai bine dacă creierele congelate nu ar fi murit cu mult înainte de a fi congelate. Un creier mort dezvăluie o mulţime de lucruri referitoare la creierele vii, dar în mod evident nu este tocmai laboratorul ideal. E inerent ca o parte din starea de moarte să se reflecte în deteriorarea structurii sale neuronale. Probabil că nu vrem să ne bazăm proiectele maşinilor inteligente pe creiere moarte. Este posibil să profităm de persoanele care, confruntate cu o moarte iminentă, să permită scanarea distructivă a creierelor lor cu puţin înainte ca acestea să înceteze singure să funcţioneze, iar nu după aceea. Recent, un criminal condamnat la moarte a fost de acord să-i fie scanate creierul şi corpul şi poţi să accesezi 10 miliarde de biţi din el pe internet, pe website-ul „Visible Human Project" al Centrului pentru Simulări Umane.[22] Pe acelaşi website se găseşte şi o pereche feminină, la o rezoluţie

chiar mai mare, de 25 de miliarde de biţi. Cu toate că scanarea acestei perechi nu are o rezoluţie suficient de mare pentru scenariul avut în vedere aici, deţinem un exemplu de donare a creierului pentru retroinginerie. Desigur, este posibil ca, oricum, să nu vrem să ne întemeiem tiparele de inteligenţă artificială pe creierul unui criminal condamnat.

Este mai uşor de vorbit despre mijloacele neinvazive de scanare a creierului. Am început cu scenariul mai invaziv de mai înainte deoarece este mult mai simplu din punct de vedere tehnic. De fapt, astăzi, deţinem mijloacele de a realiza o scanare distructivă (deşi deocamdată nu avem şi lăţimea de bandă necesară pentru scanarea întregului creier într-un interval rezonabil de timp). În termeni de scanare neinvazivă, scanerele pe bază de rezonanţă magnetică de mare viteză şi cu înaltă rezoluţie (RMN) sunt capabile deja să vizualizeze somele individuale (corpurile neuronilor) fără tulburarea ţesutului viu care e scanat. Sunt puse la punct scanere RMN şi mai evoluate, care vor fi capabile să scaneze fibre nervoase individuale cu diametrul de numai zece microni (milionimi de metru). Aceste aparate vor fi disponibile în cursul primelor decenii ale secolului XXI. În cele din urmă, vom putea să scanăm veziculele presinaptice care reprezintă localizarea învăţării la om.

Astăzi, putem arunca o privire în creierul cuiva cu scanerele RMN, care îşi măresc rezoluţia la fiecare nouă generaţie a acestei tehnologii. În calea atingerii unor asemenea scopuri ies la iveală mai multe provocări tehnice, inclusiv obţinerea rezoluţiei la niveluri adecvate, a lăţimii de bandă (viteza de transmitere), a lipsei vibraţiilor şi a siguranţei. Dintr-o multitudine de motive, este mai uşor să se scaneze creierul unei persoane decedate de curând decât al unei persoane încă în viaţă. (În primul rând, e mai uşor să faci mortul să stea nemişcat.) Însă scanarea neinvazivă a unui creier viu va deveni fezabilă în cele din urmă, în condiţiile în care scanarea RMN şi alte tehnologii va continua să-şi îmbunătăţească rezoluţia şi viteza.

O nouă tehnologie de scanare, denumită imagistică optică şi pusă la punct de profesorul Amiram Grinvald de la Institutul Weizmann din Israel, este capabilă de o rezoluţie mult mai

înaltă decât scanarea RMN. Totuşi, la fel ca scanarea RMN, ea se bazează pe interacţiunea dintre activitatea electrică a neuronilor şi circulaţia sângelui în capilarele care hrănesc neuronii. Dispozitivul lui Grinvald este capabil să vizualizeze zone mai mici de cincizeci de microni şi poate opera în timp real, permiţându-le astfel oamenilor de ştiinţă să urmărească activarea neuronilor individuali. Grinvald şi cercetătorii de la Institutul Max Planck din Germania au fost sideraţi de regularitatea remarcabilă a tiparelor de activare a neuronilor atunci când creierul este angajat în procesarea informaţiei vizuale.[23] Unul dintre cercetători, dr. Mark Hubener, a comentat că „hărţile pe care le avem, ale creierului în stare de funcţiune, sunt atât de ordonate, încât se aseamănă mai curând cu harta străzilor din Manhattan decât cu a unui oraş medieval european, să spunem" Grinvald, Hubener şi colaboratorii au reuşit să folosească scanerul pentru creier ca să facă distincţia între seturile de neuroni responsabili pentru percepţia adâncimii, formei şi culorii. Cum aceşti neuroni interacţionează între ei, tiparul rezultant al excitaţiilor se aseamănă unor mozaicuri complicate. Din scanări, cercetătorilor le-a fost posibil să vadă cum îşi transmit neuronii informaţiile între ei. De exemplu, au observat că neuronii responsabili de profunzimea percepţiei erau aranjaţi în coloane paralele, livrând informaţia neuronilor responsabili de detectarea formei care sunt dispuşi în configuraţii mai complicate, asemănătoare cu o morişcă. Actualmente, tehnologia de scanare a lui Grinvald este capabilă să realizeze doar imagini ale unui strat subţire de materie cerebrală, aflată în apropierea suprafeţei creierului, dar Institutul Weizmann lucrează la perfecţionări care îi vor mări capacităţile tridimensionale. Tehnologia de scanare a lui Grinvald este folosită şi pentru creşterea rezoluţiei scanării RMN. Recenta descoperire a faptului că lumina infraroşie poate să treacă prin oasele craniului realimentează entuziasmul legat de validitatea scanării optice ca metodă de înaltă rezoluţie pentru scanarea creierului.

Forţa motrice din spatele perfecţionării capacităţii tehnologiilor de scanare neinvazivă, cum ar fi RMN, ilustrează tot Legea accelerării veniturilor, deoarece necesită, sub aspectul tehnicii de calcul, capacităţi masive pentru realizarea unor imagini de înaltă

rezoluţie, tridimensionale, din tiparele brute de rezonanţă magnetică pe care le produce scanerul RMN. Capacitatea de calcul, aflată în creşterea exponenţială asigurată de Legea accelerării veniturilor (şi preţ de încă vreo câţiva ani de Legea lui Moore), ne va permite să continuăm să îmbunătăţim rapid rezoluţia şi viteza acestor tehnologii de scanare neinvazive.

Cartografierea creierului uman sinapsă cu sinapsă poate părea un efort temerar, dar la fel a fost şi Proiectul Genomului Uman, care a vizat cartografierea tuturor genelor umane, la lansarea sa, în anul 1991. Cu toate că marea masă a codului genetic uman nu a fost încă decodificată, cele nouă Centre americane de Secvenţiere a Genomului manifestă încredere în faptul că sarcina va fi îndeplinită – dacă nu până în anul 2005, atunci cel puţin în decurs de câţiva ani de la data vizată. Recent, o nouă companie privată *pe acţiuni,* beneficiind de finanţări din partea corporaţiei Perkin-Elmer, a anunţat planuri de secvenţiere a întregului genom uman până în anul 2001. După cum am subliniat anterior, ritmul scanării genomului uman a fost extrem de lent în primii ani şi a căpătat viteză odată cu perfecţionarea tehnologiei, în special a programelor de computer care identifică informaţia genetică utilă. Cercetătorii contează pe noi perfecţionări ale programelor lor de vânare a genelor pentru a-şi putea respecta termenul-limită. Aceeaşi observaţie va fi adevărată şi în cazul proiectului de cartografiere a creierului uman, metodele noastre de scanare şi înregistrare a celor 100 de mii de miliarde de conexiuni neuronale sporindu-şi viteza datorită Legii accelerării veniturilor.

Ce se poate face cu informaţia

Există două scenarii privitoare la utilizarea rezultatelor scanărilor detaliate ale creierului. Cel mai de actualitate – scanarea creierului în vederea înţelegerii sale – constă în scanarea unor porţiuni de creier pentru a se lămuri arhitectura şi algoritmele implicite ale conexiunilor interneuronale în diferite regiuni. Poziţia exactă a fiecărei fibre nervoase nu este la fel de importantă ca tiparul general. Odată cu această informaţie, putem proiecta reţele neuronale simulate care funcţionează în mod similar. Acest

proces va semăna mai curând cu decojirea foilor unei cepe, inteligența umană urmând a fi dezvăluită strat cu strat.

În esență, asta au făcut cei de la Synaptics în cazul cipului lor care imită procesarea neuronală a imaginilor, specifică mamiferelor. Tot asta intenționează să facă și Grinvald și colaboratorii săi cu scanările cortexului vizual. Și mai există zeci de proiecte contemporane care intenționează să scaneze porțiuni ale creierului ca să aplice indiciile rezultate în proiectarea sistemelor inteligente.

La nivelul aceleiași regiuni, circuitele cerebrale sunt foarte repetitive, astfel încât trebuie să fie scanată complet doar o mică porțiune din aceasta. Activitatea computațională relevantă a unui neuron sau a unui grup de neuroni este suficient de clară pentru a se putea înțelege și realiza modele ale acestor metode prin examinarea lor. Din momentul în care sunt observate, înregistrate și analizate structura și topologia neuronilor, organizarea conexiunilor interneuronale și succesiunea excitațiilor neuronale dintr-o regiune, devine posibilă aplicarea metodelor de retroinginerie la algoritmii paraleli ai respectivei regiuni. După ce algoritmii după care funcționează respectiva regiune sunt înțeleși, ei pot fi perfecționați și extinși înainte de a fi implementați în echivalenți neuronali sintetici. Desigur, metodele pot fi accelerate foarte tare, dat fiind faptul că circuitele electronice sunt deja de peste un milion de ori mai rapide decât circuitele neuronale.

Putem combina algoritmii descoperiți cu metodele de construire a mașinilor inteligente pe care le cunoaștem deja. Putem, de asemenea, să eliminăm acele aspecte care țin de capacitatea umană de operare și care ar putea să nu fie utile în cazul unei mașini. Desigur, va trebui să fim atenți să nu aruncăm și copilul odată cu apa din copaie.

Downloadarea minții proprii pe computerul personal

Un scenariu provocator, dar și fezabil în cele din urmă, este scanarea creierului cuiva pentru cartografierea localizărilor, interconexiunilor și conținutului corpilor neuronali, axonilor, dendritelor, veziculelor presinaptice și a altor componente neuronale.

Întreaga lui organizare, inclusiv conţinutul memoriei, poate fi apoi recreată pe un computer neuronal de capacitate adecvată.

Sub un aspect evident, acest scenariu este mai complicat decât cel al scanării creierului în vederea înţelegerii lui. În cazul dintâi, nu avem decât să sondăm fiecare regiune până când pricepem algoritmii semnificativi. Pe urmă, putem combina aceste descoperiri cu cunoştinţele pe care le avem deja. În cadrul acestui scenariu – scanarea creierului pentru *downloadarea* lui –, trebuie să capturăm absolut toate detaliile. Pe de altă parte, nu trebuie să înţelegem totul; trebuie doar să copiem creierul literalmente, conexiune cu conexiune, sinapsă cu sinapsă, neurotransmiţător cu neurotransmiţător. Este necesar să înţelegem procesele cerebrale locale, dar nu neapărat întreaga organizare globală a creierului – cel puţin nu în ansamblul său. Este posibil ca, până vom face acest lucru, să înţelegem oricum cea mai mare parte.

Pentru a realiza această operaţiune aşa cum trebuie, este necesar să înţelegem mecanismele de procesare a informaţiilor semnificative. Mare parte din structura complexă a unui neuron există doar pentru a susţine integritatea structurală a acestuia şi procesele vitale, deci nu contribuie în mod direct la modul în care neuronul procesează informaţia. Ştim că actul de procesare la nivel neuronal se bazează pe sute de neurotransmiţători diferiţi şi că variatele mecanisme neuronale din diferitele regiuni ale creierului permit tipuri de procesare diferite. Neuronii vizuali timpurii, de exemplu, servesc la accentuarea modificărilor bruşte de culoare pentru facilitarea găsirii muchiilor obiectelor. Este posibil ca neuronii din hipocamp să aibă structuri care să faciliteze amplificarea memoriei pe termen lung. Ştim de asemenea că neuronii folosesc o combinaţie de computare digitală şi analogică, această combinaţie impunând crearea unor modele exacte. Trebuie să identificăm structurile capabile de operare cuantică, în cazul în care ele există. Toate caracteristicile-cheie care afectează procesarea informaţiilor trebuie identificate, dacă vrem să le copiem cu acurateţe.

Cât de bine va merge acest lucru? Sigur, ca orice tehnologie nouă, nici aceasta nu va fi perfectă la început, iar downloadările iniţiale vor fi întrucâtva imprecise. Micile imperfecţiuni nu vor

fi imediat sesizabile, deoarece oamenii se schimbă întotdeauna într-o anumită măsură. Dar, pe măsură ce vom înțelege mai bine mecanismele cerebrale și pe măsură ce se va perfecționa capacitatea noastră de a scana precis și neinvaziv aceste particularități, reinstalarea creierului unui om nu ar trebui să altereze mintea – nu mai mult decât schimbările de la o zi la alta.

Ce vom descoperi când vom face acest lucru?

Trebuie să cântărim această întrebare atât la nivelul obiectiv, cât și la cel subiectiv. „Obiectiv" înseamnă toată lumea cu excepția mea, așa că hai să începem au asta. Obiectiv, când scanăm creierul cuiva și îi reîncărcăm fișierul de minte personală într-un mediu de calcul adecvat, „persoana" nou-apărută le va părea observatorilor ca având în linii mari aceeași personalitate, istoric și memorie ca persoana care a fost scanată inițial. Interacțiunea cu persoana nou-instalată va lăsa aceeași senzație ca o interacțiune cu persoana originală. Noua persoană va susține că este aceeași dintotdeauna și va păstra amintirea că a fost acea persoană, că a crescut în Brooklyn, că a venit la un scaner de aici și s-a trezit în mașina de dincolo. Va spune: „Hei, tehnologia asta chiar funcționează"

Mai este micuța problemă a corpului „noii persoane". Ce fel de corp va avea fișierul reinstalat al minții unei persoane: corpul uman inițial, un corp îmbunătățit, un corp sintetic, un corp realizat de nanoinginerie, un corp virtual într-un mediu virtual? Este o întrebare importantă, pe care o voi discuta în capitolul următor.

Subiectiv, întrebarea este mai subtilă și mai profundă. Este aceeași conștiință ca a persoanei pe care am scanat-o? După cum am văzut în Capitolul 3, există argumente solide în ambele sensuri. Poziția potrivit căreia suntem în esență propriul nostru „tipar" (deoarece particulele se schimbă în permanență) ar susține că această nouă persoană este aceeași, deoarece tiparele sunt în esență identice. Contraargumentul, pe de altă parte, îl reprezintă posibila continuare a existenței persoanei care a fost scanată inițial. Dacă această persoană – Jack – mai există, va susține în mod convingător că reprezintă continuitatea acestei

conştiinţe. Jack poate să nu fie satisfăcut de ideea de a-şi lăsa clona mentală să meargă mai departe în locul lui. Vom continua să ne tot lovim de aceste subiecte pe măsură ce vom explora secolul XXI.

Însă, odată graniţa depăşită, noua persoană va crede cu siguranţă că a fost persoana originală. În mintea sa nu va exista nicio ambivalenţă dacă a comis sau nu un act de sinucidere atunci când a fost de acord să fie transferată într-un nou substrat de operare, părăsindu-şi vechea maşină de calcul neuronal lent, pe bază de carbon. În măsura în care chiar şi-ar pune întrebarea dacă este sau nu aceeaşi persoană care crede că ar fi, va fi fericită că vechiul său eu s-a dus, pentru că altminteri ea nu ar mai fi existat.

Este ea – noua minte instalată – conştientă? Cu siguranţă, va pretinde că da. Şi, noul eu fiind mult mai capabil decât vechiul eu neuronal, va fi convingător şi eficient pe poziţia sa. Îl vom crede. Altfel, se va înfuria.

O tendinţă în curs de accentuare

În a doua jumătate a secolului XXI, se va manifesta o tendinţă accentuată în sensul realizării acestui salt. Iniţial, va exista o portare de start – înlocuirea circuitelor de memorie îmbătrânite, extinderea circuitelor de recunoaştere a tiparelor şi de raţionare prin implanturi neuronale. În cele din urmă şi cu mult înaintea încheierii secolului XXI, oamenii îşi vor porta întregul fişier al minţii pe o nouă tehnologie de gândire.

Va exista o nostalgie după rădăcinile noastre umile pe bază de carbon, aşa cum există nostalgia după discurile de vinil. În cele din urmă, am copiat cea mai mare parte din muzica analogică în lumea mai flexibilă şi mai eficientă a informaţiei transferabile digital. Saltul portării minţii pe un mediu de operare mai eficient se va produce treptat, dar, cu toate acestea, inexorabil.

Portându-ne, ne vom şi dezvolta foarte mult pe noi înşine. Aminteşte-ţi că un mediu de operare de 1.000 de dolari din anul 2060 va avea capacitatea computaţională a unui număr de o mie de miliarde de creiere omeneşti. Prin urmare, am putea foarte

bine să ne mărim memoria de o mie de miliarde de ori, să ne sporim foarte mult capacităţile de recunoaştere şi de judecată şi să ne conectăm la omniprezenta reţea *wireless* de comunicaţii. Şi, pentru că tot discutăm despre acest lucru, putem adăuga toată cunoaşterea omenească – sub forma unei baze interne de date uşor accesibilă, ca şi sub formă de cunoaştere gata procesată şi învăţată prin intermediul tipului uman de înţelegere disipată.

Epoca implanturilor neuronale a sosit deja

Pacienţii sunt aduşi pe tărgi cu roţi. Suferind de stadii avansate ale bolii Parkinson, sunt asemenea statuilor: au muşchii înghețaţi, iar corpurile şi chipurile total imobile. Pe urmă, într-o demonstraţie spectaculoasă de la o clinică franceză, medicul responsabil acţionează un comutator. Brusc, pacienţii revin la viaţă, se ridică, merg de colo-colo, descriu calm şi expresiv felul în care şi-au înfrânt simptomele epuizante. Acesta este rezultatul uimitor al unei noi terapii cu implant neuronal care este aprobată în Europa şi îşi mai aşteaptă încă aprobarea din partea FDA în Statele Unite.

Nivelurile reduse de secretare a neurotransmiţătorului dopamină în cazul unui pacient care suferă de boala Parkinson provoacă supraactivarea a două regiuni minuscule din creier: nucleul ventral posterior şi nucleul subtalamic. Această supraactivare provoacă la rândul ei încetinirea mişcărilor, rigiditate şi dificultăţi de mers şi se soldează în ultimă instanţă cu paralizie şi moarte. Doctorul A.L. Benebid, medic francez de la Universitatea Fourier din Grenoble, a descoperit că stimularea acestor regiuni cu un electrod implantat definitiv inhibă paradoxal aceste regiuni supraactive şi anulează simptomele. Electrozii sunt conectaţi la un mic dispozitiv electronic de control, plasat pe pieptul pacientului. Prin semnale radio, unitatea poate fi programată, chiar pornită şi oprită. Când este oprită, simptomele revin imediat. Tratamentele sunt promiţătoare în sensul controlării efectelor celor mai devastatoare ale bolii.[24]

S-a recurs la abordări similare şi pentru alte regiuni ale creierului. De exemplu, prin implantarea unui electrod în partea ventral-laterală a talamusului, pot fi suprimate tremurăturile care sunt asociate paraliziei cerebrale, sclerozei multiple şi altor afecţiuni ce le provoacă.

„Am tratat creierul ca şi cum ar fi fost o supă, adăugând chimicale ce stimulează sau inhibă neurotransmiţătorii", spune Rick Trosch, unul dintre medicii americani care contribuie la perfecţionarea terapiilor „prin stimulare cerebrală profundă". „Acum îl tratăm ca şi cum ar fi un circuit."[25]

Din ce în ce mai mult, începem să combatem afecţiunile cognitive şi senzoriale tratând creierul şi sistemul nervos ca pe un sistem de operare complex. Implanturile cohleare împreună cu procesoarele electronice de vorbire analizează frecvenţa undelor sonore similar felului în care o face urechea internă. Aproximativ 10 la sută dintre persoanele anterior surde care au beneficiat de acest dispozitiv neuronal sunt capabile acum să audă şi să înţeleagă vocile suficient de bine pentru a putea susţine o conversaţie folosind un telefon normal.

Împreună cu colegii săi, neurologul şi oftalmologul Joseph Rizzo, de la Facultatea de Medicină din Harvard, a perfecţionat un implant experimental de retină. Implantul neuronal al lui Rizzo este de fapt un mic computer solar care comunică direct cu nervul optic. Utilizatorul foloseşte ochelari speciali, dotaţi cu mici camere de televiziune care comunică direct cu computerul implantat, printr-un semnal laser.[26]

Cercetătorii de la Institutul de Biochimie Max Planck din Germania au pus la punct dispozitive speciale din siliciu care pot să comunice cu neuronii în ambele direcţii. Stimularea directă a neuronilor cu un curent electric nu constituie abordarea ideală, deoarece poate să ducă la corodarea electrozilor şi la apariţia unor produşi chimici secundari care pot afecta celulele. În schimb, dispozitivele de la Institutul Max Planck sunt capabile să excite un neuron adiacent fără o legătură electrică directă. Oamenii de ştiinţă din cadrul acestui

institut au efectuat demonstrații cu invenția lor, controlând de pe computer mișcările unei lipitori vii.

În direcția opusă – de la neuroni la electronică –, se folosește un dispozitiv numit „tranzistor neuronal"[27], care poate detecta excitația unui neuron. Oamenii de știință speră să utilizeze ambele tehnologii pentru controlul membrelor umane artificiale prin conectarea nervilor spinali la proteze computerizate. Peter Fromhertz, din cadrul aceluiași institut, spune: „Aceste două dispozitive alătură cele două lumi ale procesării informațiilor: lumea din siliciu a computerului și lumea acvatică a creierului".

Neurologul Ted Berger și colegii săi din cadrul companiei Hedco Neurosciences and Engineering au construit circuite integrate care imită cu acuratețe proprietățile și procesarea informațiilor specifică grupurilor de neuroni din regnul animal. Cipurile reproduc exact caracteristicile digitale și analogice ale neuronilor pe care i-au analizat. Actualmente, creatorii își adecvează tehnologia la sistemele cu sute de neuroni.[28] Profesorul Carver Mead, împreună cu colegii săi de la Institutul Tehnologic din California, a construit circuite integrate digital-analogice care imită procesarea circuitelor neuronale ale mamiferelor și care conțin sute de neuroni.[29]

Epoca implanturilor neuronale este pe cale de instalare, cu toate că se află în stadiu incipient. Amplificarea directă a procesării informațiilor la nivelul creierului nostru cu ajutorul unor circuite sintetice se concentrează întâi de toate pe corectarea deficiențelor evidente produse de bolile și dizabilitățile cauzate de afecțiuni neurologice și senzoriale. În cele din urmă, nouă tuturor ni se vor părea irezistibile beneficiile amplificării abilităților noastre prin intermediul implanturilor neuronale.

Noua mortalitate

Practic, la sfârșitul secolului XXI nu va mai exista mortalitate. Nu în sensul pe care îl cunoaștem acum. Nu dacă vom profita de

tehnologia de portare a secolului XXI. Până acum, mortalitatea a fost legată de longevitatea suportului nostru material. Când suportul material cedează, s-a terminat. La mulţi dintre strămoşii noştri, suportul material s-a deteriorat treptat înainte să se dezintegreze. Yeats deplângea dependenţa noastră de eul fizic, care pentru el era „doar un lucru de nimic, o haină zdrenţăroasă pe un băţ".[30] Trecând graniţa către instalarea pe tehnologia de calcul, identitatea noastră se va baza pe fişierul evoluat al minţii. *Vom fi software, nu hardware.*

Şi într-adevăr vom evolua. Astăzi, software-ul nostru nu se poate dezvolta. Este împotmolit într-un creier cu numai 100 de mii de miliarde de conexiuni şi sinapse. Însă când hardware-ul va fi de o mie de miliarde de ori mai eficient, nu va mai exista niciun motiv pentru care mintea să rămână atât de mică. Poate şi cu siguranţă se va dezvolta.

Ca software, caracterul nostru muritor nu va mai fi dependent de supravieţuirea circuitelor de operare. Vor exista în continuare hardware şi corpuri, însă esenţa identităţii noastre se va transfera pe permanenţa software-ului nostru. Aşa cum astăzi, atunci când ne schimbăm computerul personal, nu ne aruncăm fişierele ci le transferăm – cel puţin pe cele pe care vrem să le păstrăm. Prin urmare, nu vom arunca fişierul numit minte când ne vom porta, periodic, pe cele mai noi şi tot mai eficiente computere „personale" Desigur, computerele nu vor fi obiectele discrete care sunt astăzi. Vor fi implantate adânc în corpul nostru, în creierul nostru şi în mediul nostru înconjurător. Identitatea şi supravieţuirea noastră vor deveni dependente în cele din urmă de hardware şi de supravieţuirea lui.

Nemurirea noastră va fi o chestiune de suficientă importanţă pentru realizarea unor *backup*-uri frecvente. Dacă ne vom arăta nepăsători sub acest aspect, vom încărca o copie *backup* mai veche şi astfel ne vom autocondamna la repetarea trecutului apropiat.

HAI SĂ SĂRIM DE CEALALTĂ PARTE A ACESTUI SECOL CARE SE APROPIE (XXI, n.tr.). AI SPUS CĂ, PÂNĂ ÎN 2099, CAPACITATEA DE CALCUL ÎN VALOARE DE UN BĂNUŢ VA FI DE UN MILIARD DE ORI MAI MARE DECÂT CAPACITATEA DE CALCUL A TUTUROR CREIERELOR UMANE LA UN LOC. S-AR PĂREA CĂ GÂNDIREA UMANĂ VA DEVENI CÂT SE POATE DE NEÎNSEMNATĂ.

Neasistată, este adevărat.

ŞI ATUNCI CUM NE VOM DESCURCA NOI, OAMENII, ÎN CONTEXTUL UNEI ASEMENEA CONCURENŢE?

În primul rând, trebuie să recunoaştem că tehnologia cea mai eficientă – civilizaţia mai dezvoltată din punct de vedere tehnologic – are întotdeauna sorţi de câştig. Asta pare să se fi întâmplat atunci când subspecia noastră *Homo sapiens sapiens* s-a întâlnit cu *Homo sapiens neanderthalensis* şi cu alte subspecii de *Homo sapiens* care nu au supravieţuit. Asta s-a întâmplat când europenii mai avansaţi tehnologic s-au întâlnit cu popoarele indigene din cele două Americi. Asta se întâmplă în zilele noastre când tehnologia mai avansată este dominanta-cheie a puterii economice şi militare.

AŞADAR O SĂ FIM SCLAVII ACESTOR MAŞINI DEŞTEPTE?

Sclavia nu este un sistem economic fructuos pentru niciuna dintre tabere, într-o epocă a intelectului. Nu am avea nicio valoare în calitate de sclavi ai maşinilor. Dimpotrivă, relaţiile debutează exact în sensul opus.

ESTE ADEVĂRAT CĂ AL MEU COMPUTER FACE CE ÎI CER – UNEORI! POATE CĂ AR TREBUI SĂ ÎNCEP SĂ FIU MAI DRĂGUŢ CU EL.

Nu, nu îi pasă cum îl tratezi, nu încă. Dar, în cele din urmă, capacităţile noastre native de gândire nu vor fi nici pe departe pe măsura tehnologiei atotcuprinzătoare pe care o creăm.

POATE CĂ AR TREBUI SĂ ÎNCETĂM SĂ O MAI CREĂM.

Nu ne putem opri. Legea accelerării veniturilor interzice aşa ceva! Este singura cale prin care evoluţia poate fi menţinută într-un ritm accelerat.

HEI, RELAXEAZĂ-TE. DIN PARTEA MEA, ESTE ÎN REGULĂ DACĂ EVOLUŢIA MAI ÎNCETINEŞTE PUŢIN. DE CÂND AM ADOPTAT IDEEA CA LEGEA ASTA A TA A ACCELERĂRII SĂ FIE LEGEA PĂMÂNTULUI?

Nici nu trebuie. Stoparea tehnologiei computerizate de calcul sau a oricăror alte tehnologii fructuoase ar însemna respingerea realităţilor elementare ale concurenţei economice, ca să nu mai pomenesc de căutarea cunoaşterii. N-o să vezi aşa ceva. Mai mult de-atât, calea pe care mergem este o cale pavată cu aur. Este plină de beneficii cărora nu vom putea să le rezistăm – continua creştere a prosperităţii economice, o sănătate mai bună, comunicaţii mai intense, educaţie mai eficientă, distracţii mai antrenante, sex mai bun.

PÂNĂ CÂND PREIAU COMPUTERELE PUTEREA.

Uite ce se-ntâmplă, nu este vorba despre o invazie extraterestră. Cu toate că pare neliniştitoare, apariţia maşinilor cu o inteligenţă vastă nu va însemna în mod obligatoriu ceva rău.

CRED CĂ, DACĂ N-O SĂ LE PUTEM ÎNVINGE, VA TREBUI SĂ NE ALIEM CU ELE.

Exact asta vom face. Computerele au apărut ca extensii ale minţilor noastre şi vor sfârşi extinzându-ne minţile. Maşinile sunt deja parte integrantă a civilizaţiei noastre, iar maşinile senzuale şi spirituale ale secolului XXI vor reprezenta o parte şi mai intimă a civilizaţiei noastre.

ÎN REGULĂ. ÎN PRIVINŢA EXTINDERII MINŢII, SĂ NE ÎNTOARCEM LA IMPLANTURILE PENTRU CURSUL MEU DE LITERATURĂ FRANCEZĂ. O SĂ FIE CA ŞI CUM AŞ FI CITIT TOATE CHESTIILE ASTEA? SAU O SĂ FIE CA UN COMPUTER PERSONAL DEŞTEPT CU CARE POT SĂ COMUNIC RAPID PENTRU CĂ ÎNTÂMPLAREA FACE CA EL SĂ SE AFLE FIX ÎN CAPUL MEU?

Este o întrebare-cheie şi cred că va naşte controverse. Ea se reduce la tema conştiinţei. Unii oameni vor simţi că tot ceea ce se petrece în implanturile lor neuronale este într-adevăr subsumat conştiinţei lor. Alţii vor simţi că implanturile rămân în afara sentimentului eului. În sfârşit, cred că vom considera activitatea implanturilor ca fiind parte a raţiunii noastre. Gândeşte-te că şi în lipsa lor, în capetele noastre apar permanent idei şi gânduri şi că avem prea puţin habar de unde vin ele sau cum au ajuns acolo. Cu toate acestea, considerăm toate fenomenele mentale de care devenim conştienţi ca fiind propriile noastre gânduri.

DECI O SĂ POT SĂ DOWNLOADEZ AMINTIRI ALE UNOR EXPERIENŢE PE CARE NU LE-AM TRĂIT NICIODATĂ?

Da, dar probabil că cineva a trăit experienţa respectivă. Şi atunci de ce să nu ai posibilitatea de a o împărtăşi?

PRESUPUN CĂ, ÎN CAZUL ANUMITOR EXPERIENŢE, ESTE MAI SIGUR DOAR SĂ LE DOWNLOADEZI AMINTIRILE.

Şi, de asemenea, nici nu-ţi mănâncă timpul.

CHIAR CREZI CĂ ÎN ZILELE NOASTRE ESTE FEZABILĂ SCANAREA UNUI CREIER CONGELAT?

Sigur că da, bagă-ţi capul în congelatorul meu, aici.

UAU, EŞTI SIGUR CĂ NU E NICIUN RISC?

Absolut.

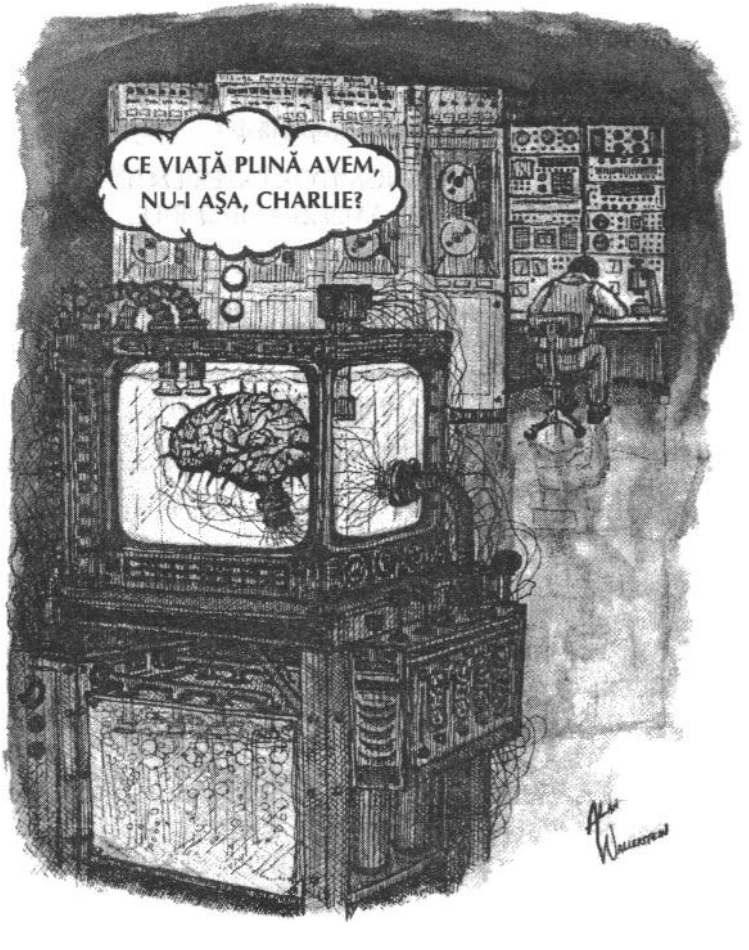
PĂI, CRED CĂ O SĂ AŞTEPT APROBAREA FDA.

În regulă, o să ai de aşteptat ceva.

DACĂ MĂ GÂNDESC MAI BINE, TOT AM SENTIMENTUL CĂ SUNTEM CONDAMNAŢI. ADICĂ POT SĂ ÎNŢELEG CĂ O MINTE NOU INSTALATĂ, CUM TE-AI EXPRIMAT TU, VA FI FERICITĂ CĂ A FOST CREATĂ ŞI VA CREDE CĂ A FOST EU ÎNAINTE SĂ FIU SCANAT ŞI CĂ ESTE ÎN CONTINUARE EU ÎNTR-UN CREIER NOU-NOUŢ ŞI LUCIOS. NU VA AVEA NICIUN REGRET ŞI O SĂ FIE DE „PARTEA CEALALTĂ" DAR NU VĂD CUM POT SĂ TRAVERSEZ GRANIŢA OM-MAŞINĂ.

DUPĂ CUM AI SUBLINIAT, DACĂ SUNT SCANAT, ACEL EU NOU NU ESTE EU PENTRU CĂ EU SUNT ÎN CONTINUARE AICI, ÎN VECHIUL MEU CREIER.

Da, există o mică scăpare sub acest aspect. Dar sunt sigur că o să găsesc eu un mijloc să rezolv această problemă spinoasă cu ceva mai multă atenţie.



Capitolul şapte

...ŞI CORPURI

Importanţa de a avea un corp

Hai să începem prin a arunca o scurtă privire înspre jurnalul cititorului meu.

STAI AŞA.

E vreo problemă?

ÎN PRIMUL RÂND, AM ŞI EU UN NUME.

Da, ar fi o bună idee să te prezinţi cu numele în acest moment.

EU SUNT MOLLY.

Mulţumesc, mai ai şi altceva de spus?

DA. NU SUNT SIGURĂ CĂ SUNT PREGĂTITĂ SĂ-MI ÎMPĂRTĂŞESC JURNALUL CU CEILALŢI CITITORI AI TĂI.

Cei mai mulţi autori nu-şi lasă deloc cititorii să participe. În orice caz, tu eşti creaţia mea, aşa că ar trebui să pot să-ţi împărtăşesc reflecţiile personale dacă acest lucru serveşte scopurilor mele din acest moment.

POT SĂ FIU CREAŢIA TA, DAR AMINTEŞTE-ŢI CE AI SPUS ÎN CAPITOLUL 2 DESPRE CREAŢIILE CARE AJUNG SĂ-ŞI DEPĂŞEASCĂ CREATORII.

Adevărat, aşa că probabil ar trebui să fiu mai receptiv faţă de nevoile tale.

BUNĂ IDEE – HAI SĂ ÎNCEPEM DÂNDU-MI VOIE SĂ VERIFIC NOTELE PE CARE LE ALEGI.

Foarte bine. Iată câteva extrase din jurnalul lui Molly, editate potrivit:

Am trecut la brioşe fără grăsimi. Au două beneficii distincte. În primul rând, au jumătate din numărul de calorii. În al doilea rând, au un gust oribil. În acest fel sunt mai puţin tentată să le mănânc. Însă aş vrea ca lumea să înceteze să-mi tot îndese mâncarea sub nas... o să am bătăi de cap la cina de mâine. Am sentimentul că trebuie neapărat să gust din toate şi cam pierd socoteala la ce-am mâncat.

Trebuie să slăbesc cel puţin o jumătate de mărime de îmbrăcăminte. O mărime întreagă ar fi mai bine. Pe urmă aş putea să respir mai uşor în rochia asta nouă. Aceasta îmi aminteşte că, în drum spre casă, ar trebui să mă opresc la clubul de fitness. Poate o să mă remarce antrenorul acela nou. De fapt, l-am surprins uitându-se la mine, dar mă descurcam cam prost cu aparatele acelea noi, iar el a întors privirea... Nu mă dau în vânt după cartierul în care se găseşte sala, nu mă simt prea în largul meu să mă întorc la maşină când se face târziu. Ia te uită, mi-a venit o idee – o să-l rog pe antrenor – trebuie să-i aflu numele – să mă conducă până la maşină. Întotdeauna e bine să te gândeşti la siguranţă, nu?

...îmi cam fac griji din cauza umflăturii de pe degetul de la picior. Dar medicul a spus că umflăturile de pe degetele de la picioare sunt aproape întotdeauna benigne. Totuşi, vrea să o scoată şi să o trimită la laborator. Mi-a zis că n-o să simt nimic. Nimic, cu excepţia novocainei – urăsc acele!

...mi s-a părut cam ciudat să-l văd pe vechiul meu iubit, dar mă bucur că suntem prieteni. M-am simţit bine când m-a îmbrăţişat...

Mulţumesc, Molly. Acum, gândeşte-te: câte dintre notele lui Molly ar fi mai avut sens dacă Molly nu ar fi avut corp. Cea mai mare parte a activităţilor ei mentale sunt îndreptate către corp şi către supravieţuirea acestuia, către siguranţă, nutriţie, imagine, ca să nu mai vorbim de temele asociate legate de afecţiune, sexualitate şi reproducere. Însă Molly nu este unică din acest punct de

vedere. Îi invit pe ceilalți cititori ai mei să arunce o privire înspre propriile lor jurnale. Iar dacă tu nu ai unul, gândește-te ce-ai scrie în el dacă l-ai avea. Câte din note ar mai avea sens dacă nu ai avea corp?

Corpurile noastre sunt importante din mai multe puncte de vedere. Cea mai mare parte a scopurilor despre care am discutat la începutul capitolului anterior – cele pe care încercăm să le rezolvăm folosindu-ne inteligența – sunt legate de corp: de protecția lui, de asigurarea combustibilului, de conferirea unui aspect atrăgător, de obținerea stării de bine, de slujirea nenumăratelor sale nevoi, ca să nu mai pomenesc de nenumăratele lui dorințe.

Unii filosofi – de exemplu criticul de profesie al inteligenței artificiale Hubert Dreyfuss – susțin că atingerea nivelului inteligenței umane este imposibilă în lipsa corpului.[1] Desigur, dacă avem de gând să portăm mintea umană pe un nou mediu de operare, am face bine să-i asigurăm acestuia și un corp. O minte lipsită de corp s-ar deprima rapid.

Corpurile secolului XXI

> *Ce anume alcătuiește sufletul? Iar dacă mașinile vor avea vreodată suflet, care va fi echivalentul medicamentelor psihoactive? Dar al durerii? Al înălțării fizice/emoționale pe care mi-o dă curățenia din birou?*
>
> – Esther Dyson

> *Ce mașină ciudată este omul. Îl umpli cu pâine, vin, pește și ridichi și te alegi cu oftaturi, râsete și vise.*
>
> – Nikos Kazantzakis

Așadar c e fel de corpuri le vom asigura mașinilor din secolul XXI? Mai târziu, întrebarea aceasta va deveni: Ce fel de corpuri își vor asigura ele singure?

Hai să începem cu corpul uman. Este corpul cu care suntem obişnuiţi. A evoluat odată cu creierul său, astfel încât acesta din urmă este înzestrat să îi satisfacă nevoile. Creierul şi corpul omului cam merg mână în mână.

Scenariul posibil este că atât corpul cât şi creierul vor evolua împreună, se vor dezvolta împreună, vor migra împreună către noi modalităţi şi materiale. După cum am discutat în capitolul anterior, portarea creierului pe mecanisme de operare noi nu se va produce deodată. Ne vom dezvolta creierul treptat, prin conectarea directă cu inteligenţa maşinii, până într-un moment în care esenţa gândirii noastre migrează complet către noua maşină, mai eficientă şi mai sigură. Din nou, dacă această concepţie ni se pare tulburătoare, mare parte din stânjeneală este provocată de ceea ce înţelegem noi prin cuvântul maşină. Reţine, concepţia noastră legată de acest cuvânt va evolua odată cu mintea noastră.

În ceea ce priveşte transformarea corpului nostru, suntem deja mai avansaţi în acest proces decât în privinţa dezvoltării minţii. Avem dispozitive din titan care înlocuiesc mandibule, părţi din craniu şi şolduri. Avem piele artificială de diverse feluri. Avem valve cardiace artificiale. Avem vase sintetice pentru înlocuirea arterelor şi venelor, laolaltă cu stenturi de unică folosinţă care asigură susţinere structurală pentru vasele naturale slăbite. Avem implanturi artificiale pentru braţe, picioare, spinare şi pentru labele picioarelor. Avem tot felul de articulaţii: ale mandibulei, şoldurilor, genunchilor, coatelor, mâinilor, ale degetelor de la mâini şi picioare. Avem implanturi care ne controlează vezicile. Punem la punct maşini – unele din materiale artificiale, altele combinând noi materiale cu celule de cultură – care în cele din urmă vor fi în măsură să înlocuiască organe cum sunt ficatul şi pancreasul. Avem proteze de penis cu mici pompe pentru simularea erecţiei. Şi avem de multă vreme implanturi pentru dinţi şi sâni.

Desigur, ideea de reconstrucţie completă a corpului cu materiale sintetice, chiar dacă acestea sunt superioare din anumite puncte de vedere, nu este imediat convingătoare. Ne place moliciunea şi fineţea corpului nostru. Ne place să avem corpurile suple, bune de strâns în braţe şi calde. Calde nu de o căldură

superficială, ci de una profundă și intimă, venind din miile de miliarde de celule vii ale lor.

Așadar, hai să ne gândim la îmbunătățirea corpului nostru celulă cu celulă. Și am pornit deja și pe acest drum. Am scris o parte din întregul cod genetic care ne descrie celulele și am început procesul de a-l înțelege. În viitorul apropiat, sperăm să concepem terapii genetice pentru îmbunătățirea celulelor noastre, pentru corectarea unor defecte cum ar fi rezistența la insulină asociată diabetului de tipul II și pierderea controlului asupra autoreplicării, asociată cu cancerul. O metodă inițială de administrare a terapiilor genetice a constat în infectarea pacientului cu virusuri speciale conținând ADN-ul de corecție. O metodă mai eficientă, pusă la punct de doctorul Clifford Steer la Universitatea din Minnesota, folosește molecule ARN pentru livrarea directă a ADN-ului dorit.[2] Sus pe lista cercetătorilor de viitoare îmbunătățiri celulare prin inginerie genetică stă contracararea genelor care predispun la sinucidere celulară. Aceste șiruri de mărgele genetice, numite telomeri, se scurtează de fiecare dată când se divide o celulă. Când numărul mărgelelor telomerilor se reduce la zero, celula nu mai este capabilă să se dividă și se autodistruge. Există o listă lungă de boli, afecțiuni datorate îmbătrânirii și limitări de care vrem să ne ocupăm prin modificarea codului genetic care ne controlează celulele.

Însă doar atât putem să avansăm prin această abordare. Celulele noastre pe bază de ADN depind de sinteza de proteine și, cu toate că proteinele sunt o clasă extraordinar de diversă de compuși chimici, suferă de pe urma unor limitări severe. Hans Moravec, unul dintre primii gânditori serioși care și-au dat seama cât de mare este potențialul mașinilor secolului XXI, scoate în evidență faptul că „proteina nu este un material ideal. Este stabilă doar pe o plajă restrânsă de temperaturi și presiuni, este foarte sensibilă la radiații și exclude multe tehnici și componente constructive... Un supraom obținut prin inginerie genetică ar fi doar un fel de robot de mâna a doua, conceput cu handicapul că ar fi construit numai pe baza sintezei proteice controlate de ADN. Numai în ochii șovinilor ar prezenta un avantaj."[3]

Însă una dintre ideile evoluţiei care merită reţinută este construirea corpului uman din celule. Această abordare ar păstra numeroase dintre calităţile benefice ale corpului nostru: redundanţa, care conferă un grad sporit de siguranţă; capacitatea de autoregenerare şi autoreparare; moliciunea şi căldura. Dar, la fel cum vom abandona viteza extrem de redusă a neuronilor noştri, în cele din urmă vom fi forţaţi să abandonăm şi alte restricţii impuse de chimia noastră bazată pe proteine.

Pentru reinventarea celulelor, ne întoarcem privirile către una dintre cele mai importante tehnologii ale secolului XXI: nanotehnologia.

Nanotehnologia: reconstruirea lumii, atom cu atom

> *Problemele chimiei şi biologiei pot fi remediate foarte mult dacă... este pusă la punct, în sfârşit, rezolvarea lor la nivel atomic – progres care cred că nu poate să fie evitat.*
>
> – Richard Feynman, 1959

> *Să presupunem că cineva ar susţine că are acasă o replică exactă până în detalii microscopice (chiar şi din marmură) a lui David de Michelangelo. Când te duci să vezi această minune, dai peste un bloc de marmură albă pură, înalt de şase metri, aproximativ geometric, în picioare, în sufrageria omului. „Încă nu l-am despachetat", ţi se spune, „dar sunt sigur că e acolo, înăuntru"*
>
> – Douglas Hofstadter

> *Care sunt avantajele pe care le vor avea nanoprăjitoarele de pâine faţă de tehnologia convenţională macroscopică a prăjitoarelor de pâine? În primul rând, economia de spaţiu pe bufetul din bucătărie va fi substanţială. Un aspect filosofic care nu trebuie trecut cu vederea este acela că crearea celui mai mic prăjitor de pâine din lume presupune existenţa celei mai mici felii de pâine*

din lume. În limite cuantice, trebuie neapărat să întâlnim particulele fundamentale de pâine prăjită, pe care le desemnăm aici cu numele de crutoane.

– Jim Cser, *Analele cercetărilor improbabile – Annals of Improbable Research,* editată de Marc Abrahams

Primele unelte ale omenirii au fost obiectele găsite ca atare: beţe folosite pentru scoaterea rădăcinilor din pământ şi pietre folosite pentru spargerea nucilor. Strămoşii noştri au avut nevoie de zeci de mii de ani ca să inventeze o lamă ascuţită. Astăzi, construim maşini cu mecanisme precis proiectate, dar, privită la scară atomică, tehnologia noastră este în continuare brută. „Turnarea, abrazarea, măcinarea şi chiar litografierea deplasează atomi în imense mase statistice", spune Ralph Merkle, un teoretician de frunte al nanotehnologiei, de la Centrul de Cercetări al Xerox din Palo Alto. El adaugă faptul că actualele metode de fabricaţie sunt „ca şi cum ai vrea să faci lucruri din Lego având în mâini mănuşi de box... În viitor, nanotehnologia ne va permite să ne scoatem aceste mănuşi."[4]

Nanotehnologia înseamnă tehnologie construită la nivel atomic: construirea de maşini atom cu atom. „Nano" se referă la o miliardime dintr-un metru, ceea ce înseamnă lungimea a cinci atomi de carbon. Avem o dovadă vie a fezabilităţii nanotehnologiei: viaţa pe Pământ. Maşini mici din celulele noastre numite ribozomi construiesc organisme cum ar fi omul, moleculă, respectiv aminoacid, cu moleculă, respectând tiparele digitale codificate într-o altă moleculă, numită ADN. Viaţa pe Pământ a stăpânit scopul fundamental al nanotehnologiei, care este autoreplicarea.

Însă, după cum am menţionat mai înainte, viaţa pământeană este limitată de cărămida de bază pe care şi-a ales-o. La fel cum tehnologia computaţională creată de om va depăşi în cele din urmă capacitatea naturală de computaţie (circuitele electronice sunt deja de milioane de ori mai rapide decât circuitele neuronale umane), tehnologia noastră fizică din secolul XXI va depăşi de asemenea de departe capacităţile nanotehnologiei pe bază de aminoacizi a lumii naturale.

Conceptul de maşini de construit atom cu atom a fost descris pentru prima oară într-o prezentare din anul 1959 de la Cal Tech, intitulată „E loc din belşug la fund", susţinută de fizicianul Richard Feynman, aceeaşi persoană care a sugerat pentru prima oară posibilitatea tehnologiei cuantice de calcul.[5] Ideea a fost dezvoltată mai detaliat de Eric Drexler, douăzeci de ani mai târziu, în cartea *Engines of Creation – Motoarele creaţiei*.[6] Cartea a inspirat practic mişcarea crionică din anii 1980: au existat oameni care au cerut să le fie congelate capetele (cu sau fără corpuri), în speranţa că o perioadă viitoare va deţine tehnologia de proporţii moleculare capabilă să învingă bolile mortale şi să anuleze efectele congelării şi decongelării. Dacă o viitoare generaţie va fi motivată să reînvie toate aceste creiere a fost o altă chestiune.

După publicarea cărţii *Motoarele creaţiei*, răspunsul la ideile lui Drexler a fost sceptic şi autorul a avut dificultăţi în a-şi susţine lucrarea de doctorat la MIT, în ciuda faptului că Marvin Minski a fost de acord să îl supervizeze. Dizertaţia lui Drexler, publicată în anul 1992 într-o carte intitulată *Nanosisteme: maşini, fabricaţie şi computaţie moleculare – Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation* – a produs o demonstraţie cuprinzătoare a conceptului, inclusiv analize detaliate şi proiecte specifice.[7] Un an mai târziu, prima conferinţă de nanotehnologie a atras doar câteva zeci de cercetători. A cincea conferinţă anuală, ţinută în decembrie 1997, s-a putut lăuda cu participarea a 2.350 de oameni de ştiinţă, mult mai încrezători în caracterul practic al proiectelor lor minuscule. Nanothinc, un grup de analiză şi prognoză industrială, a estimat în anul 1997 că domeniul producea deja venituri anuale de 5 miliarde de dolari din nanotehnologie – tehnologii asociate, inclusiv micromaşini, tehnici de microfabricaţie, nanolitografie, microscoape la nanoscară şi altele. Această cifră s-a dublat, ba chiar mai mult de atât, în fiecare an.[8]

Epoca nanotuburilor

Un material-cheie de construcţie a maşinilor minuscule este reprezentat, din nou, de nanotuburi. Cu toate că sunt realizate

la scară atomică, modelele hexagonale din atomi de carbon sunt extrem de rezistente şi de durabile. „Poţi să faci orice ţi-ar trece prin minte cu aceste tuburi şi ele tot vor rezista", spune Richard Smalley, unul dintre chimiştii care au primit Premiul Nobel pentru descoperirea moleculei buckyball.[9] Un automobil construit din nanotuburi ar fi mai rezistent şi mai stabil decât un automobil din oţel, dar ar cântări numai douăzeci şi cinci de kilograme. O navă spaţială confecţionată din nanotuburi ar putea avea dimensiunile şi rezistenţa navetei spaţiale a Statelor Unite, dar nu ar cântări mai mult decât un automobil convenţional. Nanotuburile rezistă foarte bine la variaţiile de temperatură – cu mult mai bine decât aminoacizii fragili din care sunt făcuţi oamenii. Pot fi asamblate în tot felul de forme: fire, grinzi masive, angrenaje etc. Nanotuburile sunt formate din atomi de carbon, care se găsesc din belşug în lumea naturală.

După cum am menţionat anterior, aceleaşi nanotuburi pot fi folosite pentru o tehnologie de calcul extrem de eficientă, astfel încât este foarte posibil ca atât tehnologia structurală, cât şi cea de calcul din secolul XXI să fie construite din acelaşi material. De fapt, nanotuburile folosite pentru construirea structurilor fizice pot fi utilizate şi pentru calcul, astfel încât viitoarele nanomaşini pot avea creierele distribuite în întreaga lor structură.

Cele mai cunoscute exemple de nanotehnologie la ora actuală, deşi nu întrutotul practice, încep să dovedească fezabilitatea ingineriei la nivel atomic. IBM şi-a creat logo-ul corporatist folosind atomi ca pixeli.[10] În anul 1996, Texas Instruments a realizat un dispozitiv de dimensiunile unui cip cu jumătate de milion de oglinzi mobile care să fie folosit ca proiector de înaltă rezoluţie.[11] În anul 1997, Texas Instruments a vândut nanooglinzi în valoare de 100 de milioane de dolari.

Chih-Ming Ho de la UCLA proiectează maşini de zbor folosind suprafeţe acoperite cu microflapsuri care controlează curgerea aerului într-o manieră similară cu flapsurile convenţionale ale unui avion normal.[12] Andrew Berlin de la Centrul de Cercetare al Xerox de la Palo Alto proiectează o imprimantă care foloseşte valve pneumatice microscopice pentru deplasarea cu precizie a hârtiei documentelor.[13]

Dustin Carr, student la cursurile postuniversitare şi muzician rock de la Cornell, a construit o chitară cu aspect realist dar cu dimensiuni microscopice, ale cărei corzi au diametrul de numai cincizeci de nanometri. Creaţia lui Carr este un instrument muzical complet funcţional, însă degetele lui sunt prea mari ca să cânte la ea. În plus, corzile au o frecvenţă de 10 milioane de vibraţii pe secundă, care depăşeşte cu mult limita de douăzeci de mii de vibraţii pe secundă a auzului uman.[14]

Sfântul Graal al autoreplicării: degeţele mici şi puţină inteligenţă

Degetele minuscule reprezintă pentru specialistul în nanotehnologie ceva de domeniul Sfântului Graal. Dotate cu degete minuscule şi cu capacitate de calcul, nanomaşinile ar avea în lumea lor liliputană ceea ce oamenii au în lumea lor cea mare: inteligenţă şi abilitatea de manipulare a mediului lor. Pe urmă, aceste maşini minuscule ar putea să-şi construiască propriile replici, atingând obiectivul-cheie al domeniului.

Motivul importanţei autoreplicării este că ar fi prea costisitor ca aceste maşini minuscule să fie construite una câte una. Pentru a fi eficiente, maşinile de dimensiuni nanometrice trebuie să fie în număr de mii de miliarde. Singurul mod în care se poate realiza acest deziderat în condiţii economicoase îl reprezintă explozia combinatorică: maşinile să fie lăsate să se construiască singure.

Drexler, Merkle (coinventatorul cheii de criptare publică, metoda principală de codificare a mesajelor) şi alţii au descris într-un mod convingător felul cum ar putea fi construiţi nanoroboţii autoreplicanţi – nanoboţii. Trucul ar fi ca nanobotul să fie dotat cu manipulatori suficient de flexibili – braţe şi mâini – pentru a deveni capabil să-şi construiască propria copie. Are nevoie de mijloace de mobilitate, astfel încât să-şi poată găsi materiile prime necesare. Are nevoie de un anumit grad de inteligenţă, astfel încât să poată rezolva micile probleme care vor interveni atunci când fiecare nanobot se va apuca să construiască o maşinuţă miniaturală complicată, cum este el însuşi. În sfârşit, o

cerință cu adevărat importantă este aceea că trebuie să știe când să înceteze să se replice.

Metamorfozarea în lumea reală

Mașinile autoreplicative construite la nivel atomic ar putea realmente să transforme lumea în care trăim. Ar putea construi celule solare extrem de necostisitoare, permițând înlocuirea combustibililor fosili murdari. Cum celulele solare au nevoie de o suprafață mare pentru a colecta suficientă lumină de la Soare, ar putea fi plasate pe orbită, transmițând energia pe Pământ sub forma unui fascicul.

Nanoboții lansați în circulația noastră sanguină ar putea să ne suplimenteze sistemul imunitar, să caute și să distrugă agenții patogeni, celulele canceroase, ateroamele arteriale și alți agenți care produc îmbolnăviri. În viziunea care i-a inspirat pe partizanii crionicii, organele bolnave pot fi reconstruite. Vom putea să reconstruim oricare organ sau toate organele și sistemele din organismul nostru și o vom putea face la nivel celular. Am discutat în ultimul capitol despre supunerea neuronilor umani la procedurile retroingineriei și ale imitării funcționalității lor computaționale semnificative. În același fel, va deveni posibilă supunerea celulelor umane la procedurile retroingineriei și ale replicării funcționalității lor fizice și chimice. Totodată ne vom afla în poziția de a extinde mult durabilitatea, rezistența, limitele de temperatură și alte calități și proprietăți ale cărămizilor noastre celulare.

Pe urmă, vom fi în măsură să cultivăm organe mai rezistente, mai eficiente, reproiectând celulele care le formează și realizându-le din materiale mult mai versatile și mai rezistente. Avansând pe această cale, vom descoperi că este logică și o anumită reconcepere a corpului nostru, pe mai multe niveluri. De exemplu, dacă celulele noastre nu mai sunt vulnerabile la agenții patogeni convenționali, s-ar putea să nu mai avem nevoie de același gen de sistem imunitar. Însă vom avea nevoie de noi mijloace de protecție realizate prin nanoinginerie, pentru o nouă gamă de agenți nanopatogeni.

Alimentele, îmbrăcămintea, inelele cu diamante, clădirile, toate s-ar putea asemăna între ele, moleculă cu moleculă. Orice gen de produs ar putea să fie creat instantaneu când şi unde ar fi necesar. Într-adevăr, lumea ar putea să se reasambleze continuu pentru a face faţă nevoilor, dorinţelor şi fanteziilor noastre în continuă schimbare. Până la sfârşitul secolului XXI, nanotehnologia va permite unor obiecte cum ar fi mobila, clădirile, îmbrăcămintea, ba chiar şi oamenilor, să îşi schimbe înfăţişarea şi alte caracteristici – în esenţă le vor permite să se schimbe în altceva – într-o fracţiune de secundă.

Aceste tehnologii se vor contopi treptat (voi încerca să delimitez diferitele gradaţii ale nanotehnologiei atunci când voi discuta despre fiecare dintre deceniile secolului XXI în Partea a III-a a acestei cărţi). Există un stimulent clar în sensul adoptării acestei căi. Dacă ar avea de ales, oamenii ar prefera să-şi ferească oasele de măcinare, să-şi păstreze pielea suplă, iar aparatele vitale – puternice şi pline de viaţă. Îmbunătăţirea vieţii noastre prin intermediul implanturilor neuronale la nivel mental şi a corpului nostru prin mijloacele nanotehnologiei la nivel fizic vor fi populare şi irezistibile. Este vorba doar despre una dintre nenumăratele pante alunecoase – nu există niciun loc evident în care această evoluţie să se oprească înainte ca rasa umană să-şi înlocuiască creierul şi corpul pe care i le-a pus la dispoziţie evoluţia.

Un pericol clar şi viitor

În absenţa autoreplicării, nanotehnologia nu este nici practică şi nici fezabilă din punct de vedere economic. Şi chiar în asta rezidă dificultatea. Ce se întâmplă dacă o mică eroare de programare (inadvertentă sau de alt gen) nu reuşeşte să pună capăt autoreplicării? S-ar putea să avem mai mulţi nanoboţi decât ne-ar trebui. Aceştia ar putea să înghită absolut tot ce se vede.

Filmul *The Blob* (care are două versiuni) a reprezentat o viziune a nanotehnologiei cuprinse de nebunie. Personajul negativ al filmului este această masă inteligentă, autoreplicantă, vorace, care se hrăneşte cu materie organică. Aminteşte-ţi că este

posibil ca nanotehnologia să fie construită din nanotuburi bazate pe carbon, astfel încât, ca şi Blob, să se autoproducă din materie organică, aceasta fiind bogată în carbon. Spre deosebire de simplele cancere care afectează animalele, o populaţie explozivă de nanomaşini s-ar hrăni cu orice fel de materie pe bază de carbon. Urmărirea tuturor acestor nanointeligenţe nocive ar echivala cu căutarea a mii de miliarde de ace microscopice – şi încă a unora care se deplasează foarte rapid – în tot atâtea căpiţe de fân. Au existat propuneri referitoare la tehnologii imunitare la scară nano: nişte maşinuţe mici şi bune pe post de anticorpi, care ar urmări maşinuţele rele. Desigur, nanoanticorpii ar trebui să se înmulţească măcar la fel de repede ca nanoticăloşii puşi pe jaf. Ar putea să existe foarte mari pagube colaterale dacă s-ar încăiera aceste mii de miliarde de maşini.

Acum, pentru că am prezentat acest spectru, voi încerca, neconvingător poate, să lămuresc şi pericolul pe care l-ar putea reprezenta. Cred că va fi posibil să fie construiţi nanoboţi autoreplicanţi într-un asemenea mod, încât o explozie a populaţiei lor, inadvertentă, nedorită, să fie puţin probabilă. Îmi dau seama că această afirmaţie poate să nu fie pe deplin liniştitoare, venind din partea unui dezvoltator de software ale cărui produse (asemenea celor ale concurenţilor săi) mai şi crapă din când în când (dar rareori – şi, când se întâmplă, este din vina sistemului de operare!). În dezvoltarea de software există un concept al aplicaţiilor „critice pentru misiune". Acestea sunt programe software care controlează un proces de care oamenii sunt foarte dependenţi. Exemplele de software critice pentru misiune includ sistemele de menţinere a funcţiilor vitale în spitale, echipamentele chirurgicale automate, sistemele de zbor şi aterizare pe pilot automat şi alte sisteme bazate pe software, care afectează starea de bine a unei persoane sau organizaţii. Crearea unor niveluri extrem de ridicate de siguranţă în aceste programe este un fapt cât se poate de fezabil. Există exemple de tehnologii complexe aflate actualmente în uz, în cazul cărora o nenorocire ar pune grav în pericol siguranţa publică. O explozie convenţională într-o centrală nucleară ar putea să pulverizeze plutoniu letal peste zone intens populate. În ciuda faptului că la Cernobîl s-a produs

aproape o supraîncălzire a reactorului, s-ar părea că acest lucru s-a petrecut doar de două ori în deceniile în care am avut sute de centrale nucleare în funcţiune, ambele incidente implicând calamităţi recent recunoscute, suferite de reactoare nucleare în regiunea Celiabinsk a Rusiei.[15] Există zeci de mii de arme nucleare şi niciuna nu a explodat accidental.

Recunosc că paragraful anterior nu este pe deplin convingător. Însă pericolul mai mare stă în utilizarea intenţionat ostilă a nanotehnologiei. Odată disponibilă tehnologia de bază, nu ar fi dificil să fie adaptată ca instrument de război sau ca armă teroristă. Nu este vorba despre faptul că ar trebui să fie cineva sinucigaş pentru a folosi asemenea arme. Nanoarmele ar putea fi programate cu uşurinţă să se replice numai în cazul unui atac inamic; de exemplu, numai într-o anumită arie geografică. Armele nucleare, cu întregul lor potenţial distructiv, au totuşi efecte relativ locale. Natura sa autoreplicativă ar face din nanotehnologie un pericol mult mai mare.

Corpuri virtuale

Nu întotdeauna avem nevoie de corpuri reale. Dacă se întâmplă să ne aflăm într-un mediu virtual, un corp virtual este foarte bun. Realitatea virtuală a început odată cu conceptul de jocuri pe computer, mai ales cu acelea care oferă un mediu simulat. Primul a fost *Space War*, scris de primii cercetători ai inteligenţei artificiale ca să îşi omoare timpul aşteptând ca programele să compileze pe computerele lor lente din anii 1960.[16] Împrejurimile din spaţiul sintetic erau uşor de reprodus pe monitoarele cu rezoluţie redusă: stele şi alte obiecte spaţiale erau doar pixeli luminaţi.

Jocurile pe computer şi jocurile video computerizate au devenit cu timpul mai realiste, însă nu într-atâta încât să te poţi scufunda complet în aceste lumi imaginare – sau nu fără ceva imaginaţie. În primul rând, poţi vedea marginile ecranului, iar lumea mult prea reală pe care nu ai părăsit-o niciodată este în continuare vizibilă dincolo de aceste limite.

Dacă am vrea să pătrundem într-o lume nouă, ar trebui să ne descotorosim de urmele celei vechi. În anii 1990, a fost lansată prima generație de realitate virtuală, ce presupunea purtarea unei căști speciale care îți ocupa întregul câmp vizual. Cheia realității vizuale este ca, atunci când îți miști capul, scena să se repoziționeze singură, astfel încât să privești o nouă regiune a scenei tridimensionale. Intenția este să se simuleze ceea ce se petrece atunci când întorci capul în lumea reală: imaginile capturate de retine se schimbă rapid. Pe de altă parte, creierul înțelege că lumea a rămas nemișcată și că imaginea s-a derulat prin dreptul retinelor doar pentru că ai rotit capul.

Asemenea celei mai mari părți a tehnologiilor aflate la prima generație, realitatea virtuală nu a fost pe deplin convingătoare. Deoarece reproducerea unei scene noi necesita o procesare masivă, exista o întârziere în producerea noii perspective. Orice întârziere observabilă îți informează creierul că lumea pe care o privești nu este pe de-a-ntregul reală. Rezoluția afișajelor pentru realitatea virtuală a fost de asemenea inadecvată în privința creării unei iluzii pe deplin satisfăcătoare. În sfârșit, căștile contemporane pentru realitatea virtuală sunt voluminoase și inconfortabile.

Necesare pentru depășirea întârzierii și creșterea rezoluției afișajelor sunt computerele și mai rapide, care știm că se află întotdeauna pe drum. Până în 2007, realitatea virtuală de înaltă calitate, cu medii artificiale convingătoare, prezentare practic instantanee și afișaje de înaltă definiție va fi comodă la purtare și disponibilă la prețuri de jocuri electronice.

Aceste aspecte se ocupă de două dintre simțurile noastre – vizual și auditiv. Un alt organ de simț de înaltă rezoluție este pielea, fiind în curs de perfecționare și interfețe „haptice" care să asigure o interfață virtuală tactilă. Un dispozitiv disponibil azi este *joystick-ul force-feedback* de la Microsoft, realizat în urma cercetărilor din decursul anilor 1980, desfășurate la MIT Media Lab. *Joystick-ul force-feedback* adaugă o anumită doză de realism tactil jocurilor pe computer, astfel încât simți huruitul drumului în cursul unui joc care simulează pilotarea unei mașini sau smucitura din undiță în cazul simulărilor de pescuit. La sfârșitul anului 1998 a mai apărut și „*mouse*-ul tactil", care funcționează asemenea unui

mouse convenţional, dar îi permite utilizatorului să simtă textura suprafeţelor, obiectelor şi chiar a oamenilor. O companie cu care colaborez, Medical Learning Company, pune la punct un pacient simulat care să ajute în pregătirea medicilor şi să permită persoanelor care nu sunt medici să se joace de-a doctorul. Acesta va include o interfaţă haptică, astfel încât să poţi palpa articulaţia genunchiului căutând o luxaţie sau un sân căutând noduli.[17]

Joystick-ul force-feedback este comparabil, în domeniul tactil, cu monitoarele convenţionale în domeniul vizual. Acest tip de *joystick* constituie o interfaţă tactilă, însă nu te învăluie cu totul. Restul lumii tale tactile îţi aminteşte în continuare de prezenţa ei. Pentru a părăsi lumea reală, cel puţin temporar, avem nevoie de un mediu tactil care să preia simţul pipăitului.

Aşadar, hai să reinventăm mediul virtual tactil. Am văzut aspecte ale sale în filme SF (întotdeauna o bună sursă pentru inventarea viitorului). Putem construi un costum care să ne detecteze mişcările şi în acelaşi timp să ne asigure o stimulare tactilă de înaltă rezoluţie. Costumul va trebui să furnizeze şi suficient *force feedback* pentru a ne împiedica practic mişcările dacă ne lovim de un obstacol virtual din mediul virtual. Dacă îţi îmbrăţişezi camaradul virtual, de exemplu, nu vrei să treci prin corpul lui sau al ei. Şi deoarece corpul tău din costum se află în continuare în lumea reală, logic ar fi ca întreaga născocire să fie introdusă într-o cabină, astfel încât mişcările tale în lumea virtuală să nu răstoarne lămpile şi oamenii din vecinătatea „reală". Un asemenea costum ar putea să asigure în acelaşi timp şi răspunsul termic, iar prin aceasta să permită simularea senzaţiei de suprafaţă umedă – sau chiar cea de scufundare a mâinii ori a întregului corp în apă –, care este indicată de modificarea temperaturii şi de o reducere a tensiunii de suprafaţă. În sfârşit, putem să realizăm o platformă constând dintr-o bandă rulantă rotativă pe care să poţi sta în picioare (sau pe care să te poţi întinde) şi care îţi va permite să mergi sau să te mişti în jur (în orice direcţie) în mediul tău virtual.

Aşadar cu costumul, structura exterioară, cabina, platforma, ochelarii şi căştile, am deţine cam toate mijloacele care să ne acopere total simţurile. Desigur, vom mai avea nevoie de un

software bun de realitate virtuală, dar în mod sigur va exista o concurenţă acerbă pentru asigurarea unei panoplii de medii realiste şi fantastice noi, pe măsură ce va deveni disponibil hardware-ul necesar.

A, da, mai este şi simţul mirosului. O interfaţă complet flexibilă şi generală destinată celui de-al patrulea simţ al nostru va necesita o nanotehnologie destul de avansată pentru sintetizarea multitudinii de molecule pe care le putem detecta cu ajutorul simţului nostru olfactiv. Între timp, am putea oferi posibilitatea difuzării unei varietăţi de arome în cabine de realitate virtuală.

Din momentul în care ne aflăm în realitatea virtuală, corpul nostru – cel puţin versiunea lui virtuală – se poate schimba şi el. Putem deveni nişte versiuni mai atractive ale noastre înşine, o bestie hidoasă sau orice creatură reală sau imaginară, în interacţiune cu alţi locuitori din fiecare lume virtuală în care am pătrunde. Realitatea virtuală nu este un loc (virtual) în care trebuie să te duci singur. Poţi să interacţionezi acolo cu prietenii (care s-ar afla în alte cabine de realitate virtuală, ce pot fi situate, geografic, la distanţă). De asemenea, vei putea să alegi dintr-o mulţime de camarazi simulaţi.

Conectarea directă

Mai târziu în cursul secolului XXI, pe măsură ce tehnologiile de implant vor deveni omniprezente, vom fi în măsură să creăm şi să interacţionăm cu medii virtuale fără să fim obligaţi să intrăm în cabina de realitate virtuală. Implanturile neuronale îţi vor asigura informaţiile senzoriale simulate ale mediului virtual – şi ale corpului virtual – direct la nivelul creierului. Invers, mişcările tale nu-ţi vor mişca şi corpul „real", ci doar percepţia corpului virtual. Aceste medii virtuale ar include de asemenea o selecţie adecvată de corpuri pentru tine. În cele din urmă, experienţa ta va fi deosebit de realistă, exact ca şi cum te-ai afla în lumea reală. Într-un mediu virtual vor putea să intre mai multe persoane deodată şi să interacţioneze între ele. În lumea virtuală, vei cunoaşte oameni reali şi oameni simulaţi – în cele din urmă, nici nu o să mai fie cine ştie ce diferenţă.

Aceasta va fi esenţa web-ului în a doua jumătate a secolului XXI. Un „web site" tipic va fi un mediu virtual perceput fără a necesita vreun hardware extern. „Intri" selectând mental site-ul şi apoi pătrunzând în lumea respectivă. Polemizează cu Benjamin Franklin pe tema puterilor preşedintelui în condiţii de război, pe site-ul societăţii de istorie. Schiază în Alpi pe site-ul Camerei de Comerţ a Elveţiei (simţind pe faţă zăpada rece pulverizată). Îmbrăţişează-ţi vedeta favorită pe site-ul Columbia Pictures. Bucură-te de ceva mai multă intimitate pe site-ul Penthouse sau Playgirl. Desigur, poate să fie vorba despre o mică taxă.

Realitate virtuală reală

Către sfârşitul secolului XXI, lumea „reală" va căpăta multe dintre caracteristicile lumii virtuale prin mijloacele „roiurilor" de nanotehnologie. Gândeşte-te, de exemplu, la conceptul de „ceaţă utilitară" al cercetătorului J. Storrs Hall, de la Universitatea Rutger.[18] Concepţia lui Hall porneşte de la un mic robot numit *foglet*, care constă într-un dispozitiv de dimensiunile unei celule umane, cu douăsprezece braţe îndreptate în toate direcţiile. La capăt, fiecare braţ are gheare, astfel încât fogleţii se pot prinde unii de alţii pentru a forma structuri mai mari. Aceşti nanoboţi sunt inteligenţi şi pot să-şi fuzioneze capacităţile computaţionale pentru crearea unei inteligenţe dispersate. Un spaţiu plin de fogleţi este denumit ceaţă utilitară şi are o serie de proprietăţi interesante.

În primul rând, ceaţa utilitară se străduieşte din răsputeri să simuleze că nu este prezentă. Hall descrie un scenariu detaliat care îi permite unui om real să se plimbe printr-o încăpere plină cu mii de miliarde de fogleţi şi să nu observe nimic. La dorinţă (şi nu este pe deplin clar cine îşi pune dorinţa), fogleţii pot să simuleze rapid orice mediu, creând tot felul de structuri. După cum se exprimă Hall, „Fog City poate să semene cu un parc, cu o pădure sau cu Roma antică într-o zi şi cu Emerald City în alta"

Fogleţii pot să creeze fronturi ondulatorii de lumină şi sunt de găsit în orice direcţie, pentru a genera orice mediu imaginabil, vizual şi auditiv. Pot să exercite orice tipar de presiune pentru

a crea un mediu tactil. În acest fel, ceața utilitară are toată flexibilitatea unui mediu virtual, cu excepția faptului că există în lumea fizică reală. Inteligența dispersată a ceții utilitare poate să simuleze mintea oamenilor scanați (Hall îi numește „uploadați"), care sunt recreați de ceața utilitară ca „oameni Fog" În cadrul scenariului Fog, „un om biologic poate să treacă prin pereții Fog, iar un om Fog (uploadat) poate să treacă prin pereții de materie ordinară. Desigur, oamenii Fog pot să treacă și prin pereții Fog."

Tehnologia fizică a ceții utilitare este, de fapt, relativ conservatoare. Fogleții sunt mașini cu mult mai mari decât orice creație nanotehnologică. Software-ul este mai provocator, dar, în cele din urmă, este fezabil. Hall are nevoie de mai multe strădanii pe latura de marketing: ceața utilitară este un nume destul de șters pentru o materie într-atât de versatilă.

Există o varietate de propuneri de roiuri nanotehnologice, în cazul cărora mediul real este construit din mulțimi de nanomașini aflate în interacțiune. În cazul tuturor concepțiilor legate de roiuri, realitatea fizică devine foarte asemănătoare cu realitatea virtuală. Este posibil ca la un moment dat să dormi în propriul pat și la trezire să-ți transformi camera în bucătărie. De fapt, să o schimbi în sufragerie, deoarece nu este nevoie de bucătărie. Nanotehnologia asociată îți va crea instantaneu orice meniu dorești. După ce termini de mâncat, încăperea poate fi transformată în birou, sală de jocuri, piscină, pădure de sequoia, ori Taj Mahal. Ideea este a ta.

Mark Yimi a construit la scară mare modelul unui mic roi, care demonstrează fezabilitatea interacțiunilor roiului.[19] Joseph Michael a obținut chiar un patent în Marea Britanie pentru conceptul său de roi nanotehnologic, dar este puțin probabil ca proiectul lui să fie realizabil comercial în perioada de valabilitate de douăzeci de ani a patentului său.[20]

Poate părea că vom avea mult prea multe opțiuni. Astăzi, trebuie să alegem numai îmbrăcămintea, machiajul și destinația atunci când ieșim din casă. La sfârșitul secolului XXI, va trebui să ne alegem corpul, personalitatea, mediul – foarte multe decizii greu de luat! Dar nu-ți face griji – vom avea roiuri de mașini inteligente care să ne călăuzească.

Maşina senzuală

Dublate de dorinţa lui,
scoate gemete de femeie.
Plăsmuire a cărnii lui.

– din poezia lui Barry Spacks
„Solitarul la şaptesprezece ani"

Pot să anticipez viitorul presupunând că banii şi hormonii masculini sunt forţele motrice ale noii tehnologii. Prin urmare, când realitatea virtuală va fi mai ieftină decât întâlnirile, societatea va fi condamnată.

– Dogbert

Este posibil ca prima carte tipărită pe un tip mobil de presă să fie Biblia, însă secolul care a urmat după invenţia epocală a lui Gutenberg a cunoscut o piaţă lucrativă pentru cărţi cu subiecte mult mai senzuale.[21] Noile tehnologii de comunicaţii – telefonul, filmele, televiziunea, înregistrările video – s-au grăbit întotdeauna să adopte teme sexuale. Internetul nu face nici el excepţie, estimările de piaţă pe anul 1998 pentru divertismentul adult online ajungând de la 185 milioane de dolari, după Forrester Research, la un miliard de dolari, potrivit Inter@active Week. Aceste cifre se referă la clienţi, în majoritatea lor bărbaţi, care plătesc ca să vadă şi să interacţioneze cu interpretele – *live*, înregistrate şi simulate. O estimare din anul 1998 enumera 28.000 de website-uri care oferă divertisment sexual.[22] Aceste cifre nu includ cuplurile care şi-au extins sexul la telefon pentru a insera filme pe liniile online de videoconferinţe.

CD-ROM-urile şi DVD-urile constituie o altă tehnologie exploatată pentru divertismentul erotic. Cu toate că marea masă a discurilor destinate adulţilor sunt folosite ca mijloc de prezentare a unor materiale video combinate cu ceva interactivitate, un nou gen de CD-ROM-uri şi DVD-uri asigură partenere virtuale de sex care răspund la unele mângâieri administrate cu mouse-ul.[23] La fel ca majoritatea tehnologiilor aflate la prima generaţie, efectul este mai puţin convingător; generaţiile viitoare vor elimina unele

dintre ciudățenii, dar nu și excentricitățile. Dezvoltatorii lucrează de asemenea la exploatarea mouse-ului *force-feed*, astfel încât să îți poți simți într-o anumită măsură partenera virtuală.

Mai târziu în decursul primului deceniu al secolului XXI (deja încheiat, n.tr.), realitatea virtuală îți va permite să te afli în compania iubitei – parteneră romantică, sexuală sau simulată – cu realism vizual și auditiv complet. Vei putea să faci orice cu partenera, mai puțin să o atingi, ceea ce reprezintă, în mod evident, o limitare importantă.

Atingerea virtuală a fost deja introdusă, însă mediul virtual vizual-auditiv-tactil total, de un înalt realism, va fi perfecționat abia în al doilea deceniu al secolului XXI. În acel moment, sexul virtual va deveni un concurent viabil al celui real. Cuplurile vor putea face sex virtual indiferent de proximitatea fizică. Chiar și în cazul apropierii imediate, sexul virtual va fi mai bun din anumite puncte de vedere și, fără îndoială, mai sigur. Sexul virtual va oferi senzații mai intense și mai plăcute decât sexul convențional, precum și experiențe fizice care actualmente nu există. De asemenea, sexul virtual va deține supremația ca siguranță, deoarece nu va exista niciun pericol de sarcină sau de transmitere a unei boli.

Astăzi, partenerii pot să își imagineze că sunt cu altcineva, însă utilizatorii comunicațiilor sexuale virtuale nu vor mai avea nevoie de tot atât de multă imaginație. Vei putea să schimbi aspectul fizic și alte caracteristici ale tale și ale partenerului. Vei putea face astfel încât să-ți vezi și să-ți simți partenerul ca și cum ar fi vedeta preferată fără permisiunea sau știința acestuia. Desigur, reține că este posibil ca partenerul să facă același lucru.

Sexul în grup va căpăta o nouă semnificație, prin faptul că mai multe persoane vor putea să împărtășească simultan experiența aceluiași partener. Cum mai mulți oameni reali nu pot să controleze cu toții mișcările unui partener virtual, va trebui să existe un mod de *sharing* al luării deciziilor legate de ceea ce face un corp virtual. Fiecare participant la un corp virtual ar avea aceeași experiență vizuală, auditivă și tactilă, cu control în regim *share* al corpului virtual comun (poate că un corp virtual va reflecta consensul mișcărilor încercate de participanții multipli). Un

auditoriu numeros – care poate fi dispersat geografic – ar putea să folosească în comun un corp virtual, angajat într-o experienţă sexuală cu un protagonist unic (protagonistă unică).

Prostituţia ar fi scutită de riscurile la adresa sănătăţii, ca şi sexul virtual la modul general. Utilizând tehnologiile de comunicaţii fără fir, cu bandă extrem de largă, nici lucrătorii sexuali şi nici clienţii lor nu ar trebui să îşi părăsească domiciliile. Este posibil ca prostituţia virtuală să fie tolerată sub aspect juridic, cel puţin într-o măsură cu mult mai mare decât este astăzi prostituţia reală, varietatea virtuală fiind imposibil de monitorizat sau controlat. Având în vedere eliminarea riscurilor de îmbolnăviri şi a violenţei, vor exista mai puţine raţiuni pentru proscrierea ei.

Lucrătorii sexuali vor avea o concurenţă reprezentată de partenerii simulaţi – generaţi de computer. În stadiile timpurii, este posibil ca partenerii umani virtuali „reali" să fie mai realişti decât partenerii virtuali simulaţi, dar situaţia se va schimba cu timpul. Desigur, din momentul în care partenerul virtual simulat este la fel de capabil, senzual şi receptiv ca partenerul uman virtual, cine ar mai putea să spună că partenerul virtual nu este o persoană reală, fie ea şi virtuală?

Violul virtual este posibil? În sensul pur fizic, probabil că nu. Realitatea virtuală va oferi o posibilitate pentru ca utilizatorii să pună capăt imediat experienţei. Mijloacele de convingere şi supunere la presiuni emoţionale şi de alte feluri sunt o altă chestiune.

Cum va influenţa o gamă atât de extinsă de alternative şi opţiuni sexuale instituţia căsătoriei şi conceptul de devotament în cadrul unei relaţii? Tehnologia sexului virtual va introduce o mulţime de pante alunecoase, iar definiţia relaţiei monogame va deveni mult mai puţin clară. Unii oameni vor avea sentimentul că accesul la experienţe sexuale intense printr-o simplă apăsare a unui buton mental va distruge conceptul de relaţie de devotament sexual. Alţii vor susţine, aşa cum fac partizanii divertismentului şi serviciilor sexuale din zilele noastre, că asemenea distracţii sunt supape sănătoase şi că slujesc la menţinerea unor relaţii sănătoase. În mod evident, va trebui ca cuplurile să ajungă la propriile acorduri, dar trasarea unor limite clare de demarcaţie

va deveni dificilă având în vedere nivelul de intimitate pe care îl va permite o asemenea tehnologie viitoare. Este posibil ca societatea să accepte în arena virtuală practici și activități la care ridică din sprâncene în lumea fizică, urmările activităților virtuale fiind adeseori (deși nu întotdeauna) mai ușor de reparat.

În afara contactului senzual și sexual direct, realitatea virtuală va constitui un excelent loc pentru romantism în general. Plimbă-te cu partenerul pe un Champs-Elysees virtual, rătăcește pe o plajă virtuală din Cancun, amestecă-te printre animalele dintr-o rezervație de vânătoare simulată din Mozambic. Întreaga ta relație poate să se desfășoară în Cyberland.

Realitatea virtuală care utilizează interfața externă vizuală-auditivă-haptică nu este singura tehnologie care va transforma natura sexualității în secolul XXI. Roboții sexuali – sexoboții – vor deveni populari până la începutul celui de al treilea deceniu al noului secol. Astăzi, ideea relațiilor intime cu un robot sau cu o păpușă nu este în general atractivă, deoarece roboții și păpușile sunt atât de, mă rog, lipsite de viață. Însă situația se va schimba pe măsură ce roboții vor câștiga mai mult din catifelarea, inteligența, flexibilitatea și pasiunea creatorilor lor umani. (Până la sfârșitul secolului XXI, nu va mai exista o diferență clară între oameni și roboți. La urma urmelor, care este diferența dintre un om care și-a *upgradat* corpul și creierul folosind noua nanotehnologie și tehnologiile computaționale și un robot care a câștigat o inteligență și o senzualitate care le depășesc pe cele ale creatorilor săi umani?)

Până în deceniul al patrulea, vom trece într-o eră a experiențelor virtuale prin intermediul implanturilor neuronale interne. Cu această tehnologie, vei putea să ai aproape orice fel de experiență, cu aproape orice persoană, reală sau imaginată, în orice moment. Este exact ca în cazul *chatroom*-urilor din zilele noastre, cu excepția faptului că nu ai nevoie de niciun echipament care nu se află deja în capul tău și că poți face mult mai mult decât să tăifăsuiești. Nu vei fi restricționat de limitele corpului natural în condițiile în care tu și partenerii tăi veți putea lua orice formă fizică virtuală. Vor deveni posibile multe tipuri noi de experiențe: un bărbat va putea vedea cum e să fie femeie și invers. Într-adevăr, nu există niciun motiv pentru care nu ai putea fi și

bărbat, şi femeie în acelaşi timp, făcându-ţi fanteziile solitare reale sau cel puţin virtual reale.

Şi apoi, desigur, în ultima jumătate a secolului, vor exista roiurile de nanoboţi – minunata ceaţă utilitară şi sexi, de exemplu. Roiurile de nanoboţi vor putea să îmbrace instantaneu orice formă şi să imite orice fel de aspect, inteligenţă şi personalitate pe care o vrei sau o vrea – forma umană, dacă asta te stârneşte.

Maşina spirituală

Nu suntem fiinţe umane care încearcă să fie spirituale. Suntem fiinţe spirituale care încearcă să fie umane.
– Jacquelyn Small

Corpul şi sufletul sunt gemene. Numai Dumnezeu ştie care este care.
– Charles A. Swinburne

Cu toţii zăcem în şanţ, dar unii dintre noi ne uităm la stele.
– Oscar Wilde

Sexualitatea şi spiritualitatea sunt două moduri în care putem transcende realitatea noastră fizică de zi cu zi. Pe bună dreptate, există legături între pasiunile noastre sexuale şi cele spirituale, după cum sugerează şi mişcările ritmice extatice asociate cu unele varietăţi de experienţe spirituale.

Declanşatorii minţii

Descoperim că creierul poate fi stimulat direct pentru a trăi experienţa unei largi varietăţi de senzaţii despre care am crezut iniţial că nu pot fi trăite decât în cazul experienţelor fizice şi mentale reale. Umorul, de exemplu. În revista *Nature*, doctorul

Itzhak Fried şi colaboratorii săi de la UCLA povestesc cum au descoperit un declanşator neurologic al umorului. Ei căutau cauzele posibile ale crizelor de epilepsie la o adolescentă şi au descoperit că aplicarea unui electrod într-un anumit punct din aria motorie secundară a creierului o făcea pe fată să râdă. Iniţial, cercetătorii au crezut că râsul trebuia să fie un răspuns motor involuntar, dar şi-au dat seama curând că activau chiar percepţia umorului, nu doar râsul forţat. Când adolescenta era stimulată în punctul adecvat al creierului, totul i se părea amuzant. „Oameni buni, sunteţi aşa de amuzanţi – cum staţi pe-aici", era comentariul obişnuit.[24]

Declanşarea percepţiei umorului în absenţa circumstanţelor pe care le considerăm amuzante în mod normal este, probabil, deconcertantă (cu toate că, personal, mi se pare amuzantă). Umorul presupune un anumit element de surpriză. Elefanţi albaştri. Am intenţionat ca ultimele două cuvinte să fie surprinzătoare, dar probabil că nu te-au făcut să râzi (sau poate că da). În afara surprizei, evenimentul neaşteptat trebuie să fie logic dintr-o perspectivă neaşteptată, dar plină de înţeles. Şi mai există anumite atribute pe care le necesită umorul şi pe care încă nu le înţelegem. Aparent, creierul are o reţea neuronală care detectează umorul din celelalte percepţii ale noastre. Dacă stimulăm direct detectorul de umor al creierului, o situaţie altminteri obişnuită va părea cât se poate de amuzantă.

Aceeaşi observaţie pare să fie adevărată şi în cazul senzaţiilor sexuale. În experimentele cu animale, stimularea unei arii specifice mici a hipotalamusului printr-o injecţie cu testosteron determină animalele să adopte un comportament sexual feminin indiferent de sex. Stimularea unei alte arii a hipotalamusului provoacă un comportament sexual masculin.

Aceste rezultate sugerează că, din momentul în care implanturile neuronale vor deveni ceva obişnuit, vom avea posibilitatea de a produce nu numai experienţe senzoriale virtuale, ci şi senzaţiile asociate cu aceste experienţe. Vom putea de asemenea să generăm o serie de senzaţii care nu sunt în mod obişnuit asociate cu experienţa. Astfel, dacă vei dori, vei fi capabil să adaugi o doză de umor experienţelor tale sexuale (desigur, la unii dintre noi, umorul poate să facă deja parte din tablou).

Capacitatea de control şi de reprogramare a senzaţiilor va deveni şi mai profundă la sfârşitul secolului XXI, când tehnologia va depăşi simplele implanturi neuronale şi ne vom instala complet procesele de gândire pe un nou mediu computaţional – respectiv, când vom deveni software.

Ne străduim din greu să ajungem la senzaţii de umor, plăcere şi bine în general. A fi în stare să le provocăm după dorinţă poate însemna a le lipsi de semnificaţie. Desigur, mulţi oameni folosesc drogurile pentru a-şi provoca şi a-şi amplifica anumite senzaţii dezirabile, însă abordarea chimică este la pachet cu numeroase efecte indezirabile. În cazul tehnologiei implanturilor neuronale, vei putea să-ţi amplifici senzaţiile de plăcere şi de bine fără a te mai gândi la mahmureala de după. Desigur, potenţialul de abuz este chiar şi mai mare decât în cazul drogurilor. Când psihologul James Olds a pus la dispoziţia şobolanilor posibilitatea de a apăsa un buton pentru a-şi stimula direct un centru al plăcerii din sistemul limbic al creierului, şobolanii au apăsat butonul la nesfârşit, de până la cinci mii de ori pe oră, fără să mai acorde atenţie vreunei alte ocupaţii – nici măcar hrănirii. Numai somnul putea să-i mai oprească temporar.[25]

Cu toate acestea, beneficiile tehnologiei implanturilor neuronale vor fi irezistibile. Un singur exemplu: milioane de oameni suferă de incapacitatea de a trăi senzaţii de plăcere sexuală suficient de puternice, fapt care constituie un aspect important al impotenţei. Persoanele care suferă de această dizabilitate nu vor rata ocazia de a-şi depăşi problema prin intermediul implanturilor neuronale, implanturi pe care este posibil să le posede deja din alte motive. Din momentul în care este pusă la punct o tehnologie pentru depăşirea unei dizabilităţi, nu va mai exista niciun mijloc de a-i împiedica acesteia utilizarea în scopul amplificării capacităţilor normale, iar asemenea restricţii nici nu ar fi neapărat dezirabile. Capacitatea de a ne controla senzaţiile va fi doar una dintre acele pante alunecoase ale secolului XXI.

Bine, şi cum rămâne cu experienţele spirituale?

Experienţa spirituală – senzaţia de transcendere a limitelor cotidiene fizice şi muritoare, pentru perceperea unei realităţi mai

profunde – joacă un rol fundamental în religiile şi filosofiile altminteri disparate. Experienţele spirituale nu sunt toate de acelaşi gen, dar par să includă o gamă largă de fenomene mentale. Dansul extatic al renaşterii baptiste pare să fie un fenomen diferit de transcendenţa tăcută a unui călugăr budist. Cu toate acestea, ideea de experienţă spirituală a fost pomenită atât de consistent de-a lungul întregii istorii şi practic în toate culturile şi religiile, încât reprezintă o floare deosebit de strălucitoare din grădina fenomenologică.

Indiferent de natura şi provenienţa unei experienţe mentale, spirituale sau de alt gen, din momentul în care dobândim acces la procesele computaţionale care i-au dat naştere, avem posibilitatea de a-i înţelege corelaţiile neurologice. Cu înţelegerea proceselor noastre mentale, va veni şi oportunitatea de a ne captura procesele intelectuale şi emoţionale şi experienţele spirituale, pentru a le apela după dorinţă şi a le îmbogăţi.

Experienţa spirituală prin muzică generată cerebral

Există deja o tehnologie care pare să genereze cel puţin un aspect al unei experienţe spirituale. Această tehnologie experimentală se numeşte muzică generată cerebral (MGC) – Brain Generated Music (BGM) – şi a fost iniţiată de Neruosonics, o companie mică din Baltimore, Maryland, al cărei director sunt. BGM este un sistem de biofeedback raportat la undele cerebrale şi capabil de evocarea unei experienţe numite răspuns prin relaxare, care este asociată cu relaxările profunde[26]. Utilizatorul acestei tehnologii îşi ataşează pe cap trei receptori de unică folosinţă. Un computer personal monitorizează apoi undele cerebrale ale utilizatorului, pentru a determina lungimea de undă unică a undelor sale alfa. Undele alfa, care sunt cuprinse în gama de frecvenţe de la opt la treisprezece cicli pe secundă, sunt asociate cu o stare de meditaţie profundă, spre deosebire de undele beta (în gama de frecvenţe de la treisprezece la douăzeci şi opt de cicli pe secundă), asociate cu gândirea conştientă obişnuită. Pe urmă, computerul generează muzică, potrivit unui algoritm care modelează chiar semnalele creierului utilizatorului.

Algoritmul tehnologiei MGC este conceput pentru a încuraja generarea de unde alfa prin producerea unor combinaţii armonice plăcute şi pentru a detecta undele alfa şi anumite sunete şi combinaţii de sunete mai puţin plăcute atunci când detecţia alfa este redusă. În plus, faptul că sunetele sunt sincronizate în funcţie de lungimea de undă specifică utilizatorului – pentru crearea unei rezonanţe cu propriul ritm al undelor alfa ale acestuia – stimulează producerea de unde alfa.

Doctorul Herbert Benson – fost director al secţiei de hipertensiune a Spitalului Beth Israel din Boston, actualmente lucrând în cadrul Spitalului New England Deaconess din Boston – şi alţi cercetători de la Facultatea de Medicină de la Harvard şi de la Beth Israel au descoperit mecanismul neurologic-fiziologic al răspunsului prin relaxare, care este descris ca fiind opusul răspunsului prin „Fugi sau luptă" sau prin stres.[27] Răspunsul prin relaxare este asociat cu niveluri reduse ale epinefrinei (adrenalinei) şi norepinefrinei (noradrenalinei), ale tensiunii arteriale, glicemiei, frecvenţei respiraţiilor şi bătăilor inimii. Provocarea regulată a acestui răspuns s-ar părea că este capabilă să producă niveluri reduse în permanenţă ale tensiunii arteriale (în măsura în care hipertensiunea e provocată de factori de stres) şi alte beneficii pentru sănătate. Benson şi colaboratorii au catalogat mai multe tehnici care pot să declanşeze răspunsul prin relaxare, inclusiv yoga şi mai multe forme de meditaţie.

Am trăit personal experienţa meditaţiei şi, în urma propriilor mele experienţe cu tehnologia MGC şi a urmăririi altor persoane, s-ar părea că într-adevăr MGC pare să evoce răspunsul prin relaxare. Însăşi muzica îţi dă sentimentul că a fost generată în mintea ta. Fapt interesant, dacă asculţi o înregistrare a propriei muzici generate cerebral şi nu eşti conectat la computer, nu trăieşti experienţa aceleiaşi senzaţii de transcendenţă. Cu toate că muzica generată cerebral din înregistrare se bazează pe propriile tale lungimi de undă alfa, înregistrarea era sincronizată cu undele cerebrale produse de creierul tău atunci când muzica a fost generată pentru prima oară şi nu cu undele cerebrale produse când asculţi înregistrarea. Pentru obţinerea efectului de rezonanţă trebuie să asculţi muzica generată cerebral „live"

Muzica obișnuită, convențională, reprezintă, în general, o experiență pasivă. Cu toate că interpretul poate fi influențat subtil de audiență, muzica pe care o ascultăm îndeobște nu ne afectează răspunsul. Cea generată cerebral reprezintă un nou gen muzical, care îi permite muzicii să evolueze permanent, pe baza interacțiunii dintre ea și propriile noastre răspunsuri mentale la ea.

Reprezintă muzica generată cerebral o experiență spirituală? Este greu de spus. Senzațiile provocate la ascultarea MGC „live" sunt similare cu senzațiile profund transcendentale la care ajung uneori prin meditație, însă primele par să fie produse mai sigur de MGC.

Punctul lui Dumnezeu

Specialiștii în neuroștiință de la Universitatea California din San Diego au descoperit ceea ce ei numesc modulul Dumnezeu, un loc geometric foarte restrâns de celule nervoase din lobul frontal care pare să fie activat în cursul experiențelor religioase. Ei au descoperit această mașină neuronală în timp ce studiau pacienți suferind de epilepsie care aveau puternice experiențe mistice în cursul atacurilor. Aparent, puternica furtună neuronală care se produce în cursul unui atac stimulează modulul Dumnezeu. Înregistrând activitatea electrică superficială a creierului cu monitoare epidermice extrem de sensibile, oamenii de știință au descoperit un răspuns similar și când unor persoane foarte religioase nonepileptice le erau arătate cuvinte și simboluri evocându-le credințele spirituale.

Biologii evoluționiști au postulat de foarte multă vreme o bază neurologică a experienței spirituale, urmare a utilității sociale a credinței religioase. Ca răspuns la comunicările venite din San Diego, Richard Harries, episcopul de Oxford, a spus, prin intermediul unui purtător de cuvânt, că „nu ar fi surprinzător ca Dumnezeu să ne fi creat cu un dispozitiv fizic pentru credință".[28]

Când vom putea determina corelările neurologice ale unei multitudini de experiențe spirituale de care este capabilă specia noastră, este posibil să fim în măsură să amplificăm aceste

experienţe în acelaşi fel în care vom amplifica şi alte experienţe umane. În condiţiile în care următorul stadiu de evoluţie va crea o nouă generaţie de oameni, de mii de miliarde de ori mai capabili şi mai complecşi decât oamenii din zilele noastre, este posibil ca şi capacităţile noastre legate de experienţele spirituale şi de intuiţie să aibă de câştigat sub aspectul forţei şi al profunzimii.

Simplul fapt al existării – al trăirii experienţei, al stării de conştienţă – este spiritual şi reflectă esenţa spiritualităţii. Maşinile, derivate din gândirea umană şi depăşind capacitatea oamenilor de a parcurge experienţe, vor pretinde că sunt conştiente şi, prin urmare, că sunt spirituale. Vor crede că sunt spirituale. Vor crede că au experienţe spirituale. Vor fi convinse că aceste experienţe sunt pline de semnificaţii. Şi, dată fiind înclinaţia istorică a rasei umane către antropomorfizarea fenomenelor cu care se confruntă şi capacitatea de convingere a maşinilor, este foarte posibil să le credem când ne vor spune aşa ceva.

Maşinile secolului XXI – bazate pe modelul gândirii umane – vor face ce au făcut şi precursorii lor umani: se vor duce la case de rugăciune reale sau virtuale, vor medita, se vor închina şi vor ajunge la transcendenţă, pentru a se conecta cu dimensiunea lor spirituală.

HAI SĂ LĂMURIM UN LUCRU: ÎN NICIUN CAZ NU AM DE GÂND SĂ FAC SEX CU UN COMPUTER.

Hei, să nu ne grăbim cu concluziile. Ar trebui să-ţi păstrezi mintea deschisă.

O SĂ ÎNCERC SĂ ÎMI PĂSTREZ MINTEA DESCHISĂ. CORPUL DESCHIS ESTE ALTĂ TREABĂ. IDEEA DE A AVEA RELAŢII INTIME CU UN GADGET, INDIFERENT CÂT DE DEŞTEPT, NU ESTE PREA ATRACTIVĂ.

Tu ai vorbit vreodată la telefon?

LA TELEFON? DA, VORBESC CU OAMENII FOLOSIND UN TELEFON.

În regulă, deci: un computer din 2015 – sub forma unui dispozitiv de comunicaţii vizual-auditiv-tactile în domeniul realităţii virtuale – este doar un telefon pentru tine şi persoana iubită. Dar puteţi face mult mai mult decât doar să vorbiţi.

ÎMI PLACE SĂ VORBESC CU PERSOANA IUBITĂ – CÂND AM UNA – LA TELEFON. SUNĂ DESTUL DE CONFORTABIL SĂ TE POŢI ŞI VEDEA CU UN TELEFON CU IMAGINE SAU CHIAR CU UN SISTEM DE REALITATE VIRTUALĂ. ÎN PRIVINŢA IDEII CU ATINGEREA ÎNSĂ, CRED CĂ O SĂ RĂMÂN LA ATINGEREA PRIETENILOR ŞI PERSOANELOR IUBITE CU PROPRIILE DEGETE REALE.

Poţi să foloseşti degete reale în realitatea virtuală sau cel puţin degete virtuale. Dar cum rămâne când tu şi persoana iubită sunteţi la distanţă?

ŞTII CUM E, DISTANŢA FACE DORUL MAI MARE. ÎN ORICE CAZ, NU TREBUIE SĂ NE ATINGEM TOT TIMPUL, ADICĂ POT SĂ AŞTEPT PÂNĂ MĂ ÎNTORC DIN CĂLĂTORIA DE AFACERI, ÎN TIMP CE EA CREŞTE COPIII!

Când realitatea virtuală va evolua, ajungând la o interfaţă tactilă convingătoare, atotcuprinzătoare, chiar te vei strădui să eviţi orice fel de contact fizic?

PRESUPUN CĂ N-AR FI NIMIC RĂU ÎNTR-UN SĂRUT DE NOAPTE BUNĂ.

Aha – panta primejdioasă! Şi-atunci de ce să te opreşti la asta?

ÎN REGULĂ, DOUĂ SĂRUTURI.

Sigur, cum ţi-am spus, ţine-ţi mintea deschisă.

CĂ A VENIT VORBA DESPRE MINTEA DESCHISĂ, DESCRIEREA PE CARE AI FĂCUT-O „PUNCTULUI LUI DUMNEZEU" PARE SĂ BANALIZEZE EXPERIENŢA SPIRITUALĂ.

Nu aş reacţiona disproporţionat la un material de cercetare. În mod evident, în creierul oamenilor care au experienţe spirituale se petrece ceva. Indiferent care ar fi procesele neurologice, din

momentul când le vom identifica şi înţelege, ar trebui să fim în măsură să îmbogăţim experienţele spirituale într-un creier uman recreat în noul său mediu computaţional.

DECI ACESTE MINŢI RECREATE VOR RELATA EXPERIENŢE SPIRITUALE. ŞI PRESUPUN CĂ VOR REACŢIONA ÎNTR-UN MOD LA FEL DE TRANSCENDENTAL, FRENETIC, CA ŞI OAMENII DIN ZILELE NOASTRE CARE RELATEAZĂ ASEMENEA EXPERIENŢE. ÎNSĂ ACESTE MAŞINI CHIAR VOR AJUNGE LA TRANSCENDENŢĂ ŞI LA EXPERIENŢA RESIMŢIRII PREZENŢEI LUI DUMNEZEU? DE FAPT, ÎN CE ANUME VA CONSTA EXPERIENŢA LOR?

Ne tot întoarcem la subiectul conştiinţei. Maşinile din secolul XXI vor relata aceeaşi gamă de experienţe ca şi oamenii. Potrivit Legii accelerării veniturilor, relatările lor vor acoperi o gamă şi mai variată. Şi vor fi foarte convingătoare când vor vorbi despre experienţele lor. Dar ce anume vor simţi de fapt? După cum am spus mai înainte, nu există absolut nicio cale de a răzbate în experienţa subiectivă a unei alte entităţi, vreau să spun cel puţin sub aspect ştiinţific. Adică putem observa tiparele de excitaţie neuronală şi aşa mai departe, dar în continuare este vorba doar de observaţie obiectivă.

EI BINE, CE SĂ-I FACI, ASTEA SUNT LIMITĂRILE ŞTIINŢEI.

Da, de-aici mai departe ar trebui să îşi spună cuvântul filosofia şi religia. Desigur, este destul de dificil să ajungi la un acord pe subiecte ştiinţifice.

ADESEORI AŞA PARE SĂ FIE. ŞI-ACUM ALTCEVA: NU SUNT DELOC FERICIT ÎN PRIVINŢA NANOBOŢILOR ACELORA RĂPITORI CARE SĂ SE ÎNMULŢEASCĂ LA NESFÂRŞIT. O SĂ NE ALEGEM CU UN OCEAN IMENS DE NANOBOŢI. DUPĂ CE NE VOR TERMINA PE NOI, VOR ÎNCEPE SĂ SE MĂNÂNCE ÎNTRE EI.

Există acest pericol. Dar dacă scriem cu grijă programul...

A, DA, SIGUR, CA SISTEMUL MEU DE OPERARE. DEJA AM NIŞTE MICI VIRUŞI DE SOFTWARE CARE SE ÎNMULŢESC PÂNĂ ÎMI BLOCHEAZĂ HARD-UL.

Cred că pericolul mai mare constă în utilizarea lor intenționat ostilă.

ȘTIU CĂ AI SPUS ASTA, ÎNSĂ NU E CEVA TOCMAI LINIȘTITOR. DIN NOU, DE CE NU EVITĂM PUR ȘI SIMPLU ACEASTĂ CALE?

Bine, spune-i asta unei bătrâne ale cărei oase ce se macină vor putea fi vindecate eficient de un tratament bazat pe nanotehnologie sau unui pacient care suferă de un cancer ce poate fi distrus de acești nanoboți care înoată în vasele lui de sânge.

ÎMI DAU SEAMA CĂ EXISTĂ O MULȚIME DE BENEFICII POTENȚIALE, ÎNSĂ EXEMPLELE PE CARE MI LE-AI DAT POT FI REZOLVATE ȘI PRIN TEHNOLOGII MAI CONVENȚIONALE, CUM AR FI BIOINGINERIA.

Mă bucur că ai adus vorba despre bioinginerie, deoarece putem vedea o problemă similară și în cazul armelor obținute prin bioinginerie. Suntem foarte aproape de punctul în care cunoștințele și echipamentul din cadrul unui program obișnuit de biotehnologie la nivel postuniversitar să fie suficiente pentru crearea unor agenți patogeni autoreplicați. În vreme ce armele obținute prin nanoinginerie s-au putea autoreplica indiferent de materie, vie sau moartă, armele obținute prin bioinginerie nu se pot înmulți decât pe seama materiei vii, probabil a țintelor lor umane. Înțeleg că nu este vreo consolare. În ambele cazuri, potențialul de autoreplicare necontrolată amplifică foarte mult pericolul. Însă nu vei putea pune capăt bioingineriei – este vârful de lance al cercetării noastre medicale. Deja a contribuit foarte mult la tratamentele împotriva SIDA pe care le avem astăzi; pacienții care suferă de diabet folosesc forme de insulină umană obținute prin mijloacele bioingineriei; există medicamente eficiente de reducere a nivelului colesterolului; există noi tratamente promițătoare pentru cancer; și lista progreselor crește cu repeziciune. În rândurile oamenilor de știință, altminteri sceptici, se manifestă un optimism real că, grație tratamentelor puse la dispoziție de bioinginerie, vom realiza progrese spectaculoase în lupta împotriva cancerului și a altor anateme.

ȘI ATUNCI CUM O SĂ NE PUTEM APĂRA ÎMPOTRIVA ARMELOR OBȚINUTE PRIN BIOINGINERIE?

Cu şi mai multă bioinginerie – medicamente antivirale, de exemplu.

ŞI ÎMPOTRIVA ARMELOR OBŢINUTE PRIN NANOINGINERIE?

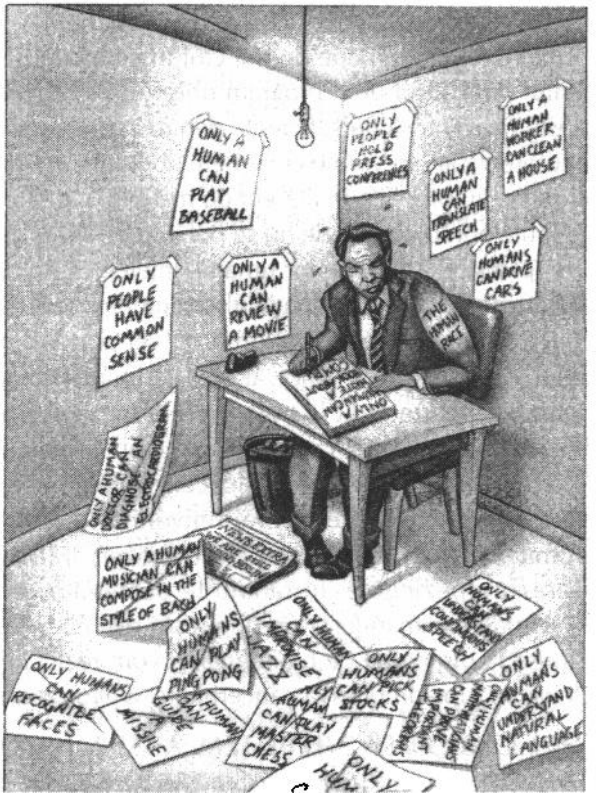
La fel, cu şi mai multă nanoinginerie.

SPER CĂ NANOBOŢII BUNI VOR AVEA CÂŞTIG DE CAUZĂ, DAR MĂ ÎNTREB CUM O SĂ-I PUTEM DEOSEBI PE CEI BUNI DE CEI RĂI.

O să fie greu să-ţi dai seama, mai ales că nanoboţii sunt prea mici pentru a putea fi văzuţi.

DAR NU ŞI DE ALŢI NANOBOŢI, NU?

Exact!



Capitolul opt

1999

Ziua în care computerele s-au oprit

Digitizarea informaţiei în toate formele va fi cunoscută, probabil, drept cel mai fascinant progres al secolului douăzeci.

– An Wang

Economia, sociologia, geopolitica, arta, religia, toate oferă instrumente eficiente care au fost suficiente timp de secole pentru explicarea aparenţelor esenţiale ale vieţii. Pentru mulţi observatori, nimic nu pare să fie cu adevărat nou sub Soare – nici o necesitate pentru înţelegerea mai profundă a noilor instrumente ale omului, nici o obligativitate de coborâre la nivelul microcosmosului electronicii moderne pentru înţelegerea lumii. Lumea este cât se poate de mult în noi.

– George Gilder

Dacă, în 1960, s-ar fi oprit toate computerele, puţină lume ar fi observat acest lucru. Câteva mii de oameni de ştiinţă ar fi sesizat o întârziere în obţinerea imprimatelor faţă de ultima introducere de date pe cartelele perforate. Unele rapoarte de afaceri ar fi fost reţinute. Nimic care să trezească îngrijorare.

În jurul anului 1999, situaţia era cu totul alta. Dacă s-ar fi oprit din funcţionare toate computerele, societatea ar fi încremenit brusc. În primul rând, s-ar fi prăbuşit distribuţia de energie electrică. Şi chiar dacă ar fi continuat (ceea ce nu s-ar fi putut întâmpla), tot s-ar fi prăbuşit practic totul. Cele mai multe vehicule motorizate au microprocesoare înglobate, singurele automobile care ar mai fi funcţionat ar fi fost cele vechi. Aproape că nu ar mai fi existat camioane, autobuze, reţele de căi ferate, metrouri

sau avioane în stare de funcţionare. Nu ar mai fi existat comunicaţii electronice; telefoanele, radioul, televiziunea, faxurile, pagerele, e-mailurile şi, desigur, reţeaua web ar fi încetat să mai funcţioneze. Nu ţi-ai mai fi primit salariul pe card. Şi, chiar dacă l-ai mai fi primit, n-ai mai fi putut să-l transformi în bani lichizi. Nu ai mai fi putut să-ţi scoţi banii din bancă. Lumea afacerilor şi guvernul ar mai fi funcţionat doar la nivelul cel mai primitiv. Şi, dacă ar fi dispărut toate datele din computere, atunci chiar ne-am fi confruntat cu necazuri mari.

A existat o preocupare îndreptăţită în jurul Y2K (Problema anului 2000), anume că măcar o parte dintre procesele computerizate ar fi urmat să fie tulburate pe măsura apropierii de anul 2000. Y2K se referă în special la software-ul creat în urmă cu un deceniu sau două, la care căsuţele pentru dată aveau doar două cifre, ceea ce ar fi putut face aceste programe să se comporte aleatoriu atunci când anul devenea „00". Eu am fost mai optimist în privinţa acestui subiect. Y2K a provocat rescrierea urgentă a vechilor programe de tranzacţii, care oricum ar fi trebuit scuturate de praf şi reconcepute. Era posibil să apară unele tulburări (şi o mulţime de litigii), dar, din punctul meu de vedere, Y2K avea puţine şanse să cauzeze temutele problemele economice masive.[1]

În mai puţin de patruzeci de ani, am ajuns de la metodele manuale de control al vieţii şi civilizaţiei, la dependenţa totală de funcţionarea continuă a computerelor noastre. Mulţi oameni se simt în siguranţă, urmare a faptului că în continuare noi ţinem mâna pe „ştecăr", că putem să ne închidem computerele dacă devin prea înfumurate. În realitate, computerele ţin mâna la figurat pe ştecărul nostru. Să le mai lăsăm câteva decenii şi nu va mai fi vorba despre „mâini" într-un sens la fel de figurat.

Această preocupare este redusă în zilele noastre – computerele din 1999 sunt sigure, docile şi supuse. Siguranţa (deşi nu perfectă) este posibil să se păstreze. Docilitatea nu. Oamenii, cel puţin cei neupgradaţi, sunt cei care vor părea supuşi în câteva zeci de ani de acum înainte. Docilitatea nu se va păstra nici ea.

Pentru o gamă de activităţi *specifice* într-o rapidă creştere, inteligenţa computerelor contemporane pare impresionantă,

chiar formidabilă, dar mașinile din zilele noastre își păstrează în continuare vederile înguste și rămân fragile pe mai departe. În schimb, noi, oamenii, ne descurcăm cu mult mai bine când rătăcim în afara ariilor noastre de specialitate. Spre deosebire de Deep Blue, Garry Kasparov nu este incompetent în chestiuni din afara șahului.

Computerele avansează rapid în domenii din ce în ce mai diverse. Aș putea să umplu o duzină de cărți cu exemple de distincție intelectuală a computerelor până spre sfârșitul secolului XX, însă am contract pentru una singură, așa că hai să aruncăm o privire asupra unor exemple artistice.

Mașina creativă

> *În vremuri cum sunt ale noastre, în care îndemânarea mecanică a atins o perfecțiune nebănuită, cele mai faimoase lucrări pot fi auzite la fel de ușor cum ai bea un pahar de bere și nu costă decât zece centime, ca și cântarele automate. N-ar trebui să ne temem de această domesticire a sunetelor, de această magie pe care oricine o poate scoate, după dorință, dintr-un disc? Nu va atrage ea oare distrugerea forței misterioase a unei arte pe care ai fi putut s-o crezi indestructibilă?*
>
> – Claude Debussy

> *Colaborare cu mașinile! Care este deosebirea între a manipula o mașină și a colabora cu ea?... Brusc, s-ar deschide o fereastră către un vast domeniu de posibilități; limitele de timp ar dispărea și mașinile ar putea să devină componente umanizate ale rețelei interactive constând actualmente dintr-un ins și mașina încă obedientă dar plină de aluzii la adresa manetelor imaginației.*
>
> – Vladimir Ussachevsky

> *Cineva îi spunea lui Picasso că ar fi trebuit să facă tablouri în care obiectele să arate așa cum arată ele – tablouri obiective. El a mormăit că nu prea era sigur cum*

ar fi arătat. Persoana care îl provoca a scos din portofel o fotografie a soţiei sale şi a spus: „Uite, vezi, aceasta este o imagine a ei aşa cum este ea cu adevărat." Picasso s-a uitat la ea şi a spus: „E cam mică, nu? Şi plată?"

– Gregory Bateson

Epoca artistului cibernetic a prins contur, cu toate că se află într-un stadiu incipient. La fel ca în cazul artiştilor umani, nu ştii niciodată ce vor mai produce aceste sisteme creative. Pe de altă parte însă, deocamdată niciunul nu şi-a tăiat o ureche şi nu a luat-o la fugă în pielea goală pe stradă. Nu au corpuri pentru a manifesta un asemenea gen de creativitate.

Punctul-forte al acestor sisteme este reflectat de o originalitate adeseori uimitoare într-o întorsătură de frază, de formă sau de linie muzicală. Slăbiciunea lor este legată, din nou, de context sau de lipsa acestuia. Deoarece computerele creative nu au experienţa contactului cu lumea reală pe care o au corespondenţii lor umani, adeseori îşi pierd şirul gândurilor şi divaghează incoerent. Cel mai încununat de succes, poate, în termeni de menţinere a consistenţei tematice printr-o lucrare artistică este pictorul robotic al lui Harold Cohen, pe nume Aaron, despre care voi discuta în cele ce urmează. Motivul fundamental pentru care Aaron are un atât de mare succes este detalierea bazei sale extinse de cunoaştere, pe care Cohen a construit-o, regulă cu regulă, timp de trei decenii.

Improvizaţii cu computerul din dotare

Originalitatea frecventă a acestor sisteme le face colaboratori excelenţi ai artiştilor umani şi, în această direcţie, computerele au avut deja un efect transformator asupra artelor. Tendinţa este cel mai avansată în artele muzicale. Muzica a folosit întotdeauna cele mai avansate tehnologii disponibile; măiestria tâmplarilor din secolul al XVIII-lea; industriile de prelucrare a metalelor din secolul al XIX-lea şi electronica analogică a anilor 1960. Astăzi, practic toată muzica din genurile comerciale – înregistrări, benzi sonore pentru filme şi televiziune – este creată pe sisteme

muzicale computerizate, care sintetizează și procesează sunetele, înregistrează și manipulează succesiunile de note, generează înregistrarea, ba chiar produce automat tipare ritmice, acompaniament de bas, acorduri și variații melodice.

Până recent, tehnica instrumentală a fost inextricabil legată de sunetele create. Dacă voiai sunete de vioară, trebuia să cânți la vioară. Tehnicile interpretative rezultau din cerințele fizice ale creării sunetelor. Actualmente, această legătură a fost întreruptă, dacă vrei tehnică de flaut sau întâmplarea face să o fi învățat-o, poți să folosești un regulator pneumatic electronic care se aude exact ca un flaut acustic, dar creează nu doar sunetele unei varietăți de instrumente de suflat, ci și, practic, ale oricărui alt instrument, acustic sau electronic. Actualmente există regulatoare care imită tehnica de interpretare a celor mai populare instrumente acustice, inclusiv pianul, vioara, chitara, tobele și o varietate de instrumente de suflat. Deoarece nu mai suntem limitați de cerințele fizice ale creării acustice a sunetelor, apare o nouă generație de regulatoare, care nu se aseamănă cu niciun instrument acustic, în schimb încearcă să optimizeze factorii umani ai creării muzicii cu degetele, brațele, picioarele, gura și capul. Toate sunetele pot fi generate acum polifonic, stratificate (produse simultan) și secvențializate între ele. De asemenea, nu mai este necesar ca muzica să fie interpretată în timp real – ea poate fi interpretată cu o viteză și redată cu alta, fără modificarea înălțimii sunetelor sau a altor caracteristici ale notelor. Tot felul de limitări de secole au fost depășite, permițând, de pildă, unui adolescent să producă în camera lui sunetele unei întregi orchestre simfonice sau formații rock.

Testul Turing muzical

În anul 1997, Steve Larson, profesor de muzică la Universitatea din Oregon, a conceput o variantă pentru muzică a Testului Turing, cerând unui auditoriu să încerce să identifice care din trei bucăți muzicale a fost compusă de un computer și care a fost compusă, cu două secole în urmă, de un om pe nume Johann Sebastian Bach. Larson s-a simțit doar puțin jignit când

auditoriul a votat piesa lui ca fiind compoziţia computerului, însă s-a simţit într-un fel răzbunat când auditoriul a ales piesa compusă de un program de computer numit EMI (Experiment de Muzică Inteligentă) ca fiind o compoziţie autentică a lui Bach. Douglas Hofstadter, vechi observator (şi contribuitor) la progresul inteligenţei maşinilor, consideră EMI, creat de compozitorul David Cope, ca fiind „cel mai provocator proiect sub aspect intelectual din domeniul inteligenţei artificiale cu care am avut vreodată de-a face."[2]

Un succes şi mai mare poate l-a avut un program intitulat Improvisor – Improvizatorul –, creat de Paul Hodgson, saxofonist britanic. Improvisor poate să imite stiluri mergând de la Bach la celebrităţile jazz-ului, Louis Armstrong şi Charlie Parker. Programul şi-a atras singur adepţii. Hodgson însuşi spune: „Dacă nu aş şti despre ce este vorba şi aş auzi pe cineva cântând ca Improvisor, aş fi bucuros să mă alătur lui."[3]

Punctul slab al compoziţiilor computerizate actuale este, din nou, neajunsul legat de context. „Dacă aş pune trei secunde de EMI şi m-aş întreba «Ce-a fost asta?», aş răspunde Bach", spune Hofstadter. Pasajele mai lungi nu sunt întotdeauna la fel de reuşite. Adeseori „e ca şi cum ai asculta versuri pe sărite dintr-un sonet de Keats. Te întrebi ce-a fost cu Keats în ziua aceea. Era beat de-a binelea?"

Maşina literară

Iată o întrebare pentru tine: Ce fel de criminal are fibră?

Răspunsul: O cereală criminală.*

Mă grăbesc să recunosc că nu am inventat eu acest calambur. A fost scris de un program de computer denumit JAPE (Joke Analysis and Production Engine – Motor de analiză şi generare de glume), creat de Kim Binsted. JAPE este o capodoperă în domeniul scrierii calamburilor nefericite. Spre deosebire de EMI, JAPE nu a trecut Testul Turing modificat, atunci când a fost

---

* *A cereal killer* (O cereală criminală) – calambur care se bazează pe similitudinea aproximativă de pronunţie cu *A serial killer* (Un criminal în serie), intraductibil şi fără corespondent în limba română (n.tr.).

comparat, recent, cu actorul de comedie Steve Martin. Auditoriul l-a preferat pe Steve Martin.[4]

Arta literară rămâne în urma artei muzicale în utilizarea tehnologiei. Este posibil ca acest fapt să aibă legătură chiar cu profunzimea şi complexitatea prozei obişnuite, calitate pe care Turing a recunoscut-o când şi-a întemeiat Testul Turing pe capacitatea oamenilor de a genera limbaj scris convingător. Cu toate acestea, computerele le sunt de un ajutor semnificativ acelora dintre noi care realizăm lucrări scrise. Cel mai puternic impact îl are simplul procesor de cuvinte. Fără a fi el însuşi o tehnologie artificială, procesorul de cuvinte a fost derivat din editoarele de text puse la punct în cursul anilor 1960 în laboratoarele de inteligenţă artificială de la MIT şi din alte părţi.

Prezenta carte a avut în mod cert de câştigat de pe urma bazelor de date disponibile, a corectoarelor ortografice, a dicţionarelor online, ca să nu mai pomenesc de vastele resurse de documentare de pe reţeaua web. Am dictat o mare parte din această carte computerului personal, folosind un program de recunoaştere a vorbirii continue numit Voice Xpress Plus, de la divizia de dictare a companiei Lernout & Hauspie (fostă Kurzweil Applied Intelligence), care a devenit accesibil pe când mă aflam la mijlocul scrierii acestei cărţi. În ceea ce priveşte corectoarele automate de gramatică şi de stil, am fost obligat să renunţ la această facilitate a Microsoft Word, deoarece a părut să-i displacă majoritatea propoziţiilor mele. Voi lăsa critica stilistică a acestei cărţi pe seama cititorilor mei umani (de această dată, cel puţin).

O mulţime de programe îi ajută pe autori sub aspectul *brainstormingului*. Paramind, de exemplu, „produce idei noi din ideile tale" potrivit propriei sale literaturi.[5] Alte programe le permit autorilor să păstreze consecvenţa naraţiunilor, caracterizărilor şi interacţiunilor complexe ale personajelor unor lucrări lungi de ficţiune, cum ar fi romanele, seriile de romane şi romanele foileton pentru televiziune.

O provocare deosebită o prezintă programele care scriu lucrări complet originale, deoarece cititorii umani sunt deosebit de sensibili la nenumăratele cerinţe sintactice şi semantice ale limbajului scris logic. Muzicienii, cibernetici sau de alt gen, pot

să scape basma curată cu o doză de inconsecvenţă mai mare decât în cazul scriitorilor.

Cu aceste gânduri, cântăreşte următoarele:

Povestea unei trădări

Dave Striver iubea universitatea. Îi iubea turnurile cu ceas îmbrăcate în iederă, construcţia veche şi masivă, verdeaţa scăldată în soare şi tineretul înflăcărat. Iubea de asemenea faptul că universitatea este eliberată de presiunile absolut neiertătoare ale lumii afacerilor – doar că nu era chiar aşa: academia trecea prin propriile încercări, iar unele erau la fel de nemiloase ca oricare altele de pe piaţă. Un exemplu de prim ordin este apărarea dizertaţiei: pentru obţinerea titlului de doctor în filosofie, trebuia să se efectueze o examinare orală a dizertaţiei. Acesta era un test pe care profesorului Edward Hart îi plăcea să-l susţină.

Dave îşi dorea cu disperare să fie doctor. Însă pe prima pagină a dizertaţiei sale avea nevoie de semnăturile a trei oameni, nepreţuite inscripţii care, laolaltă, puteau să certifice faptul că Dave depăşise apărarea lucrării. Una dintre semnături trebuia să fie a profesorului Hart şi Hart spusese adeseori – altora şi lui însuşi – că era onorat să-l ajute pe Dave să-şi împlinească visul binemeritat.

Mult înaintea apărării lucrării, Striver îi dăduse lui Hart un penultim exemplar al tezei sale. Hart l-a citit şi i-a spus lui Dave că lucrarea era cu certitudine de prim rang şi că îşi va pune bucuros semnătura pentru apărare. Chiar îşi strânseseră mâinile în biroul lui Hart, tapetat cu cărţi. Dave observase că ochii lui Hart erau strălucitori şi plini de încredere, iar purtările lui, paterne.

La apărare, Dave s-a gândit că rezumase elocvent Capitolul 3 al dizertaţiei. Au fost adresate două întrebări, una de către profesorul Rogers, iar alta de către doamna Meteer; Dave a răspuns la ambele, aparent spre satisfacţia tuturor. Nu au mai existat alte obiecţiuni.

Profesorul Rogers a semnat. I-a împins volumul lui Meteer; a semnat şi ea şi apoi l-a împins în faţa lui Hart. Hart nu a făcut nicio mişcare.

— Ed? a spus Rogers.

Hart tot nu s-a clintit. Dave a simțit o ușoară ameteală.

— Edward, ai de gând să semnezi odată?

Mai târziu, Hart stătea singur în birou, în fotoliul său mare din piele, întristat de eșecul lui Dave. A încercat să se gândească la modurile în care putea să-l ajute pe Dave să-și împlinească visul.

În regulă, acesta este finalul. Recunosc că povestea se cam epuizează, sfârșind cu un scârțâit în locul unui tunet. Autorul și editorul Susan Mulcahy din Seattle a numit povestea „de amator", criticând gramatica și alegerea cuvintelor de către autor. Însă Mulcahy a fost surprinsă totuși și impresionată când a aflat că autorul era un computer. Programul care a scris povestea, pe nume BRUTUS.1, a fost creat de Selmer Bringsjord, Dave Ferucci și o echipă de ingineri de software de la Institutul Politehnic Rensselaer. După câte se pare, BRUTUS.1 este expert în trădare, un concept pe care Bringsjord și Ferucci s-au chinuit timp de opt ani să i-l predea computerului. Cercetătorii recunosc faptul că programul lor trebuie să învețe și alte subiecte în afara trădării. „Faptul de a fi interesant combină toate emoțiile", spun Bringsjord și Ferucci, iar acesta este un lucru pe care autorii cibernetici încă nu sunt capabili să-l realizeze.[6]

Poetul cibernetic

Un alt exemplu de computer-autor este un program de computer pe care l-am creat personal și l-am denumit Poetul Cibernetic al lui Ray Kurzweil – Ray Kurzweil's Cybernetic Poet (RKCP). Poetul cibernetic este un sistem care creează poezie pe computer. El folosește tehnici de modelare a limbajului pentru generarea automată a unor texte absolut originale, pe baza poeziilor pe care le-a „citit".[7]

Poetul cibernetic citește o selecție de poezii ale unui anumit autor sau ale unor anumiți autori (de preferință o selecție extinsă), iar apoi creează un „model de limbaj" al lucrărilor autorului respectiv, pe baza modelului Markov, un văr matematic al rețelelor neuronale. Poetul cibernetic poate, pe urmă, să scrie

poezii originale după acest model. După cum am explicat anterior, poetul cibernetic foloseşte un algoritm recurent de generare de poezii pentru atingerea stilului lingvistic, a tiparelor ritmice şi a structurii poetice a autorilor cărora le-a analizat poeziile. Există de asemenea algoritmi pentru păstrarea consecvenţei tematice în cadrul poeziei. Poeziile sunt similare ca stil celor ale autorului (autorilor) analizat iniţial, dar sunt poezii complet originale. Sistemul are chiar reguli care îl descurajează să plagieze. Poţi să descarci o copie gratuită a poetului cibernetic de la adresa www.kurzweiltech.com.

Iată în continuare mostre de poezii scrise de Poetul Cibernetic al lui Ray Kurzweil, după ce a „citit" poezii ale mai multor autori celebri, precum şi ale unor poeţi contemporani mai puţin cunoscuţi.

Poezii ale Poetului Cibernetic al lui Ray Kurzweil

Pagina

Haiku scris de Poetul Cibernetic al lui Ray Kurzweil după ce a citit poezii de Wendy Dennis.

Fă piruete coborând pe pagină
prin mijlocirea
leoaicei cuibărite în sufletul meu.

Imaginează-ţi acum şi cântă

Poezie scrisă de Poetul Cibernetic al lui Ray Kurzweil după ce a citit poezii de Wendy Dennis şi Ray Kurzweil şi poezii de dragoste de diverşi autori.

Imaginează-ţi acum şi cântă,
creând mituri,
făcând giuvaieruri din zăpada care cade.

Suflet

Haiku scris de Poetul Cibernetic al lui Ray Kurzweil după ce a citit poezii de John Keats şi Wendy Dennis.

Mi-ai frânt sufletul,
esenţa eternităţii,
spiritul buzelor mele.

Cred că mă voi prăbuşi

Poezie scrisă de Poetul Cibernetic al lui Ray Kurzweil după ce a citit poezii de Ray Kurzweil, Robert Frost şi Wendy Dennis.

Cred că mă voi prăbuşi.
Doar pentru mine însumi cu Dumnezeu
pace într-un înţeles ciudat
pentru mine în inima mea?
Şi viaţa suspinând
Dintr-o inimă însângerată
de ramuri înclinate
asemenea cărări din ele,
de ramuri plecate
asemenea cărări de adieri
ştiu că am trecut pe-acolo.

Pomposul înăbuşitor

Haiku scris de Poetul Cibernetic al lui Ray Kurzweil după ce a citit poezii de Patricia Camarena Rose şi Wendy Dennis.

Pomposul înăbuşitor
Clasa de şcoală catolică
unde nu pot să fiu adevărat.

M-am întrebat

Poezie scrisă de Poetul Cibernetic al lui Ray Kurzweil după ce a citit poezii de Dave Gitomer.

astăzi m-am întrebat
dacă m-am gândit
astăzi te-am văzut
am aflat
îngrozit şi tu
dacă m-am gândit
astăzi am avut o dorinţă
dacă o să te văd
dacă o să te văd
dacă o să am o dorinţă

Copilul lunii

Haiku scris de Poetul Cibernetic al lui Ray Kurzweil după ce a citit poezii de Kathleen Frances Wheeler.

Copil nebun al lunii
Ascunde-te de sicriul tău
Să-i faci în ciudă sorţii.

Înger

Poezie scrisă de Poetul Cibernetic al lui Ray Kurzweil după ce a citit poezii de Patricia Camarena Rose şi Sue Klapes Kelly.

Raze ale zorilor pe înger
cu mare calmă, tăcută
cu suta de ori când scriem,
cu şansa să ne putem deschide
un ritm aşezat în faţă
încăpere tăcută,
plajă pustie,
resturi sfărâmate ale iubirii.

Motanul

Haiku scris de Poetul Cibernetic al lui Ray Kurzweil după ce a citit poezii de Randi şi Kathryn Lynn.

Un motan galben bătrân
doarme întins mulţumit,
toarce o inimă

Ani lungi au trecut

Poezie scrisă de Poetul Cibernetic al lui Ray Kurzweil după ce a citit poezii de Randi şi Kathryn Lynn.

Ani lungi au trecut.
Mă gândesc la despărţire.
Încuiat bine noaptea
Mă gândesc la pasiune;
Atras de albastru, noaptea
De-a lungul paginii
Spărturile sfărâmate ale vieţii mele
privind bucuria
spărturile sfărâmate ale iubirii
Spărturile mele sfărâmate ale iubirii
Au ajuns stătute.

Sandale

Haiku scris de Poetul Cibernetic al lui Ray Kurzweil după ce a citit poezii de Kimberly Mclauchlin şi Ray Kurzweil.

Sandale risipite
chemare de-ntoarcere pentru mine,
aşa pustiu că aş face ecou.

Artele vizuale

Sub aspectul impactului computerului, artele vizuale sunt situate între artele muzicale şi artele literare. Mare parte din arta vizuală este creată folosindu-se vopsea şi programe de ilustrare, care pot atât să simuleze efectele materialelor convenţionale, cum ar fi tuşeurile de penel, cât şi să implementeze o gamă largă de tehnici care n-ar putea fi executate decât de un computer. Recent, computerele au preluat şi cea mai mare parte din editarea materialelor video şi pe peliculă.

Internetul este plin de meditaţiile artistice ale artiştilor cibernetici. O tehnică populară o reprezintă algoritmul evoluţionist, care îi permite computerului să dezvolte o pictură refăcând-o de sute şi mii de ori. Oamenii ar considera această abordare dificilă – în primul rând, ar irosi o mulţime de vopsea. Mutator, creaţia sculptorului William Latham şi a inginerului de software Stephen Todd de la IBM, Winchester, Anglia, foloseşte abordarea evoluţionistă, la fel ca şi programul scris de Karl Sims, artist şi cercetător de la Genetic Arts, Cambridge, Massachusetts.[8]

Principalul specialist, probabil, în arta generată de computer este Harold Cohen. Robotul lui computerizat, pe nume Aaron, dezvoltă şi creează desene şi picturi de douăzeci de ani. Aceste lucrări de artă vizuală sunt absolut originale, realizate exclusiv de computer şi materializate în vopsea reală. Cohen a petrecut peste trei decenii înzestrându-şi programul cu cunoştinţe privitoare la numeroase aspecte ale procesului ştiinţific, inclusiv compoziţie, tehnică a desenului, perspectivă şi culoare, precum şi o varietate de stiluri. Cu toate că programul a fost creat de Cohen, picturile realizate reprezintă, totuşi, întotdeauna o surpriză pentru Cohen însuşi.

Harold Cohen este adeseori întrebat cine ar trebui să se bucure de recunoaşterea meritelor pentru rezultatele întreprinderii sale, rezultate care au fost expuse în muzee din întreaga lume.[9] Cohen este fericit să i se atribuie meritele, iar Aaron nu a fost programat să se plângă. Cohen se laudă că va fi primul artist din istorie care va putea să aibă o expoziţie postumă de lucrări absolut originale.[10]

Picturi de Aaron de Cohen

Aceste cinci tablouri originale au fost realizate de Aaron, un robot computerizat construit şi programat de Harold Cohen. Tablourile, color, sunt reproduse aici în alb-negru. Poţi vedea versiunile color pe website-ul acestei cărţi, la adresa www.penguinputnam.com/kurzweil.[11] Versiunile lor la dimensiuni reale, împreună cu alte unsprezece tablouri semnate de Aaron, pot fi descărcate de la adresa http://www.kurzweilcyberart.com/aaron/static.html.

Previziuni despre prezent

Odată cu iminenta schimbare a mileniului (doi, n.tr.), nu se duce lipsă de anticipări privitoare la felul cum va arăta secolul viitor. Futurologia are o istorie îndelungată, dar nu tocmai impresionantă. Una dintre problemele profeţiilor despre viitor este aceea că, atunci când va deveni clar că ele se aseamănă prea puţin cu evenimentele reale, va fi prea târziu să îţi mai iei banii înapoi.

Greşeala este, poate, aceea că lăsăm pe oricine să facă predicţii. Poate că ar trebui să cerem futurologiei o certificare pentru a i se permite să facă prognoze. Una dintre cerinţe ar putea fi aceea ca, retrospectiv, cel puţin jumătate dintre predicţiile pe zece ani sau mai mult să nu fi fost complet jenante. Însă un asemenea program de certificare probabil că ar fi un proces lent şi, presupun, neconstituţional.

Pentru a înţelege de ce are futurologia o reputaţie atât de pătată, iată o mică mostră de predicţii ale unor oameni altminteri inteligenţi:

„Telefonul are prea multe neajunsuri pentru a fi considerat în mod serios un mijloc de comunicare."
– Director executiv al Western Union, 1876

„Maşinile de zbor mai grele decât aerul nu sunt posibile."
– Lordul Kelvin, 1895

„Cele mai importante legi fundamentale şi realităţi ale ştiinţei fizicii au fost deja descoperite şi sunt atât de bine încetăţenite, încât probabilitatea de a fi vreodată completate de noi descoperiri este extrem de rezervată."
– Albert Abraham Michelson, 1903

„Avioanele nu au nicio valoare militară."
– Profesorul Marshal Foch, 1912

„Cred că există o piaţă mondială pentru cinci computere, poate."
– Preşedintele IBM Thomas Watson, 1943

„Computerele viitorului pot să nu cântărească mai mult de 1,5 tone."
– *Popular Mechanics*, 1949

„S-ar părea că am atins limitele a ceea ce este posibil de realizat în materie de tehnologia computerelor, deşi ar trebui să fim atenţi cu asemenea afirmaţii, deoarece tind să pară destul de prosteşti în cinci ani."
– John von Neumann, 1949

„Nu există niciun motiv pentru care oamenii să aibă un computer în casă."

– Ken Olson, 1977

„640.000 de biţi de memorie ar trebui să fie suficienţi pentru oricine."

– Bill Gates, 1981

„Mult înaintea anului 2000, întreaga structură învechită a titlurilor, specializărilor şi creditelor de colegiu va fi la pământ."

– Alvin Toffler

„Internetul se va prăbuşi catastrofal în 1996."

– Robert Metcalfe (inventatorul *ethernet*-ului), care, în 1997, şi-a înghiţit cuvintele (literalmente) în faţa unui auditoriu.

Acum este rândul meu să-mi spun cuvântul şi pot să-ţi împărtăşesc aceste predicţii proprii care au mers foarte bine. Însă, privind în urmă spre numeroasele predicţii pe care le-am făcut în ultimii douăzeci de ani, voi spune că nu am găsit niciuna care să mi se pară deosebit de jenantă (cu excepţia, poate, a câtorva planuri de afaceri de la începuturi).

Epoca maşinilor inteligente, cartea pe care am scris-o între 1987 şi 1988, precum şi alte articole şi discursuri pe care le-am publicat la sfârşitul anilor 1980 conţineau multe dintre predicţiile mele privitoare la anii 1990, printre care şi următoarele[12]:

- *Predicţie:* Un computer îl va învinge pe un campion mondial la şah uman în jurul anului 1998 şi, ca urmare, vom avea o părere mai puţin bună despre şah.
  Ce s-a întâmplat: Aşa cum am menţionat, am greşit cu un an. Scuze.
  Predicţie: Se va manifesta un declin susţinut al valorii mărfurilor (respectiv al resurselor materiale), cea mai mare parte a noii bogăţii fiind creată în sfera conţinutului de cunoaştere a produselor şi serviciilor şi ducând la creştere economică susţinută şi prosperitate.

Ce s-a întâmplat: Așa cum am prevăzut, totul este perfect (cu excepția, de asemenea prevăzută, a investitorilor pe termen lung în mărfuri, al căror număr s-a redus în ultimul deceniu cu 40 la sută). Chiar și ratele de aprobare a politicienilor, de la președinte la Congres, sunt la un maxim al tuturor timpurilor. Însă o economie puternică are legătură mai curând cu Bill din Washingtonul de pe Coasta de Vest, decât cu Bill din Washingtonul de pe Coasta de Est. Nu că domnul Gates ar avea mai multe merite, dar, în zilele noastre, forța economică propulsoare a lumii o reprezintă informația, cunoașterea și tehnologiile de calcul asociate. Președintele Rezervei Federale, Alan Greenspan, a recunoscut recent că prosperitatea și expansiunea susținute și fără precedent din economia de astăzi se datorează creșterii eficienței asigurate de tehnologia informației. Însă este doar pe jumătate corect. Greenspan ignoră faptul că partea cea mai mare din noua bogăție care se creează este constituită ea însăși din informație și cunoaștere – o mie de miliarde de dolari numai în Silicon Valley. Sporirea eficienței este doar o parte a poveștii. Noua bogăție, sub forma capitalizării pe piață a companiilor legate de computere (în special software), e reală, substanțială și benefică pentru toată lumea.

Subcomitetul pentru Bănci al Camerei Congresului Statelor Unite a relatat că, în perioada de opt ani dintre 1989 și 1997, valoarea totală a valorilor imobiliare și de folosință îndelungată din Statele Unite a crescut cu numai 33 la sută, de la 9,1 mii de miliarde de dolari la 12,1 mii de miliarde de dolari. Valoarea depozitelor bancare și a instrumentelor de pe piața creditelor a crescut cu numai 27 la sută, de la 4,5 mii de miliarde de dolari la 5,7 mii de miliarde. Valoarea acțiunilor, pe de altă parte, a crescut cu un impresionant 239 la sută, de la 3,4 mii de miliarde de dolari la 11,4 mii de miliarde! Motorul principal al acestei creșteri este conținutul de cunoaștere în ascensiune rapidă al produselor

şi serviciilor, precum şi eficienţa crescută cultivată de tehnologia informaţiei. Aici se creează noua bogăţie. Informaţia şi cunoaşterea nu sunt limitate de disponibilul de resurse materiale şi, potrivit Legii accelerării veniturilor, va continua să crească exponenţial. Legea accelerării veniturilor include veniturile financiare. Prin urmare, o implicaţie-cheie a legii este continua creştere economică.

În timp ce scriam această carte, s-a acordat o atenţie deosebită unei crize economice din Japonia şi din alte ţări asiatice. Statele Unite au presat Japonia să-şi stimuleze economia prin reduceri de taxe şi cheltuieli guvernamentale. Dar s-a acordat prea puţină atenţie cauzei de bază a crizei, care este starea industriei soft în Japonia şi Asia şi nevoia de instituţii antreprenoriale eficiente care să promoveze crearea de software şi alte forme de cunoaştere. Acestea cuprind capitalul *venture* şi anonim [13], distribuirea largă a opţiunilor pe pachete de acţiuni pentru salariaţi şi alte stimulente care să încurajeze şi să recompenseze asumarea riscurilor. Cu toate că Asia a făcut paşi în această direcţie, aceste noi imperative economice s-au dezvoltat mai rapid decât s-a aşteptat majoritatea observatorilor (şi importanţa lor va continua să crească în concordanţă cu Legea accelerării veniturilor).

- *Predicţie:* Va apărea o reţea de informaţii la scară mondială, care va conecta aproape toate organizaţiile şi zeci de milioane de indivizi (recunosc, nu cu numele World Wide Web).

  Ce s-a întâmplat: Reţeaua Web a apărut în 1994 şi a luat avânt în 1995 până în 1996. Web este cu adevărat un fenomen mondial, iar produsele şi serviciile sub forma informaţiilor se învolburează de jur-împrejurul globului, fără să ţină seama de graniţe de vreun fel. Un raport al Departamentului de Comerţ al Statelor Unite creditează internetul ca fiind factorul-cheie în impulsionarea creşterii economice şi în frânarea inflaţiei. Prevedeam

că domeniul comerțului pe internet va depăși 300 de miliarde de dolari până în anul 2000. Raportările din industrie dau o cifră de o mie de miliarde de dolari, dacă se iau în calcul și tranzacțiile de pe web între firme.

Predicție: Se va înregistra o mișcare națională [în Statele Unite] de conectare la internet a sălilor de clasă.

Ce s-a întâmplat: Majoritatea statelor (din păcate, cu excepția statului meu natal, Massachusetts) au bugete anuale de 50 până la 100 de milioane de dolari pentru conectarea la internet a sălilor de clasă și instalarea computerelor și a programelor aferente. Este o prioritate națională să se asigure computere și acces la internet tuturor elevilor. Mulți profesori rămân relativ analfabeți în domeniul computerelor, dar elevii asigură mare parte din expertiza necesară.

Predicție: În domeniul războiului, se va manifesta o încredere totală în preluarea digitală a imaginilor, în recunoașterea tiparelor și în alte tehnologii bazate pe software. Va învinge tabăra care va deține mașini mai deștepte. „La începutul anilor 1990, se va produce o profundă schimbare a strategiei militare. Țările mai dezvoltate se vor baza din ce în ce mai mult pe «arme inteligente», care încorporează copiloți electronici, tehnici de recunoaștere a tiparelor și tehnologii avansate pentru descoperire, identificare și distrugere."

Ce s-a întâmplat: La câțiva ani după ce am scris *Epoca mașinilor inteligente*, Războiul din Golf a fost prima ocazie pentru confirmarea acestei predicții. Astăzi, Statele Unite dețin cel mai avansat armament bazat pe computer și își păstrează statutul necontestat de superputere militară.

Predicție: Majoritatea muzicii comerciale va fi creată pe computer sau pe sintetizatoare bazate pe computer.

Ce s-a întâmplat: Mare parte dintre sunetele muzicale pe care le auzi la televizor, în filme și pe înregistrări sunt create actualmente pe sintetizatoare digitale, alături de ordonatoare și procesoare de sunet bazate pe computer.

- *Predicţie:* În multe cazuri, tehnologii sigure de identificare a persoanei, folosind tehnici de recunoaştere a tiparelor aplicate la tipare vizuale şi verbale vor înlocui încuietorile şi cheile.
  Ce s-a întâmplat: Tehnologiile de identificare a persoanei care folosesc tiparele verbale şi aspectul facial au început să fie folosite, în zilele noastre, la bancomate şi pentru controlul intrării în clădirile şi locurile securizate.[14]
- *Predicţie:* Odată cu apariţia comunicaţiilor electronice extinse în Uniunea Sovietică, se vor dezlănţui forţe politice incontrolabile. Acestea vor fi „metode cu mult mai eficiente decât copiatoarele pe care autorităţile le-au interzis în mod tradiţional". Autorităţile nu vor fi capabile să le ţină sub control. Controlul totalitar al informaţiei va lua sfârşit.
  Ce s-a întâmplat: Lovitura de stat eşuată împotriva lui Gorbaciov, din luna august 1991, a fost dejucată în principal de telefoane celulare, faxuri, poştă electronică şi de alte forme de comunicaţii electronice larg dispersate şi anterior inexistente. În ansamblu, comunicaţiile descentralizate au contribuit semnificativ la prăbuşirea controlului guvernamental – centralizat şi totalitarist – asupra politicii şi economiei în fosta Uniune Sovietică.
  Predicţie: Multe documente nu există niciodată pe hârtie, deoarece încorporează informaţii sub forma unor materiale audio şi video.
  Ce s-a întâmplat: Documentele web conţin în mod obişnuit materiale audio şi video, care nu pot să existe decât în forma de web.
  Predicţie În jurul anului 2 000, vor apărea cipuri cu peste un miliard de componente.
  Ce s-a întâmplat : Suntem în grafic.
  Predicţie: Până la sfârşitul anilor 1990, va fi disponibilă tehnologia pentru „şoferul cibernetic" (automobile care se conduc singure, folosind senzori speciali), odată cu

implementarea unor autostrăzi majore, fezabile în cursul primului deceniu al secolului XXI.

Ce s-a întâmplat: Automobilele care se conduc singure sunt testate în Los Angeles, Londra, Tokyo şi alte oraşe. În anul 1997 au fost realizate teste extinse, încununate de succes, pe autostrada 15 din sudul Californiei. Urbaniştii realizează acum că tehnologiile automate de şofat vor extinde foarte mult capacitatea drumurilor existente. Instalarea senzorilor necesari pe o autostradă costă doar aproximativ 10.000 de dolari la 1,6 kilometri, comparativ cu unul până la 10 milioane de dolari la 1,6 kilometri pentru construirea unor noi autostrăzi. Autostrăzile automatizate şi automobilele care se conduc singure vor elimina de asemenea majoritatea accidentelor de pe aceste drumuri. Consorţiul american Sistemul Naţional de Autostrăzi Automatizate NAHS – National Automated Highway System – anticipează implementarea acestor sisteme în decursul primului deceniu al secolului XXI[15].

Predicţie: La începutul anilor 1990, va apărea Programul de Recunoaştere a Vorbirii Continue – Continuous Speech Recognition (CSR) –, cu vocabulare mari pentru diverse funcţii.

Ce s-a întâmplat: Ooops! Programele de Recunoaştere a Vorbirii Continue cu vocabulare mari pentru domenii specifice au apărut abia în jurul anului 1996. Până la sfârşitul lui 1997 şi începutul lui 1998, au fost lansate pe piaţă programe CSR cu vocabulare largi fără limitare de domeniu, pentru dictarea documentelor scrise (cum ar fi această carte).[16]

Predicţie: Cele trei tehnologii necesare pentru un telefon cu translator (la care vorbeşti şi asculţi într-o limbă, cum ar fi engleza, iar interlocutorul te aude şi îţi răspunde într-o altă limbă, cum ar fi germana) – recunoaşterea vorbirii independent de vorbitor (nu necesită pregătire pentru un nou vorbitor), continuă, cu un vocabular larg; traducerea; şi sinteza vocală – vor exista la o calitate

suficient de bună pentru un sistem de primă generaţie până la sfârşitul anilor 1990. Astfel, ne putem aştepta la „telefoane cu translator, la niveluri rezonabile de performanţă, cel puţin pentru limbile cele mai populare, în primul deceniu al secolului XXI".

Ce s-a întâmplat: A fost introdusă recunoaşterea eficientă a vorbirii, independent de vorbitor, capabilă de manevrarea vorbirii continue şi cu un vocabular larg. Traducerea automată, care asigură traducerea rapidă a website-urilor dintr-o limbă în alta, este disponibilă de pe browserul tău web. De mai mulţi ani, sinteza text-vorbire pentru o largă varietate de limbi. Toate aceste tehnologii rulează pe computere personale. În cadrul companiei Lernout & Hauspie (care mi-a achiziţionat compania de recunoaştere a vorbirii, Kurzweil Applied Intelligence, în anul 1997), punem la punct o demonstraţie a tehnologiei pentru un telefon cu translator. Sperăm că un asemenea sistem va fi disponibil comercial în primul deceniu al secolului XXI.[17]

Viaţa mea în compania maşinilor: câteva elemente de bază

Am urcat pe scenă şi am interpretat o compoziţie la un pian clasic vechi. Pe urmă au venit întrebările cu răspunsuri da-sau-nu. Fosta Miss America, Bess Myerson, nu s-a prins de nimic. Însă vedeta de film Henry Morgan, a doua celebritate din acest episod din *I've Got a Secret*, mi-a ghicit secretul: piesa pe care o interpretasem fusese compusă de un computer pe care îl construisem şi îl programasem chiar eu. Mai târziu în cursul aceluiaşi an, am avut ocazia să fac cunoştinţă personal cu preşedintele Johnson, împreună cu alţi câştigători ai concursurilor de ştiinţe la nivel de liceu.

În timpul colegiului, mi-am făcut o afacere din asocierea puştilor de liceu cu colegiile, folosind un program de computer pe care îl scrisesem chiar eu. Trebuia să plătim 1.000

de dolari pe oră pentru a avea acces la singurul computer din Massachusetts, cu o memorie internă extraordinară de un milion de biți, care ne permitea să ne coroborăm simultan în memorie toate informațiile pe care le aveam cu privire la cele trei mii de colegii din țară. Am primit o mulțime de scrisori de la puști care erau încântați de colegiile pe care le recomandase programul nostru. Pe de altă parte, câțiva părinți s-au înfuriat că nu le-am recomandat Harvard. A fost prima mea experiență în domeniul capacității computerelor de a afecta viața oamenilor. Am vândut compania aceea editurii new-yorkeze Harcourt, Brace & World și am trecut la alte idei.

În anul 1974, programele de computer capabile să recunoască literele tipărite, capacitate care a primit denumirea de recunoaștere optică a caracterelor – *optical character recognition (OCR)* – erau în stare să manipuleze numai unul sau două tipuri specializate de caractere. În anul acela am fondat compania Kurtzweil Computer Products, pentru punerea la punct a primului program OCR care să poată recunoaște orice fel de caracter tipărit, ceea ce am reușit mai târziu în decursul aceluiași an. Întrebarea care s-a pus a fost: *La ce e bun?* La fel ca o mulțime de alte programe de computer, și acesta era o soluție în căutarea unei probleme.

Întâmplarea a făcut să stau în avion alături de un domn orb, iar el mi-a explicat că singurul handicap real cu care se confrunta era imposibilitatea de a citi material scris obișnuit. Era clar că dizabilitatea sa vizuală nu-i impunea un handicap real nici sub aspectul comunicării, nici sub cel al deplasării. Așa am găsit problema pe care o căutam – puteam să ne aplicăm tehnologia OCR „omni-font" (pentru orice font) pentru depășirea acestui handicap principal al cecității. Nu aveam scanerele omniprezente sau sintetizatoarele text-verbale pe care le avem astăzi, așa că a trebuit să le creăm. Până la sfârșitul anului 1975, am pus cap la cap cele trei noi tehnologii pe care le inventaserăm – omni-font OCR, scanerele plane și sintetizatoarele text-verbale pentru crearea primei mașini de citit pentru persoanele oarbe. Mașina de

citit Kurzweil – Kurzweil Reading Machine (KRM) – era capabilă să lectureze cu voce tare cărţi obişnuite, reviste şi alte documente tipărite, astfel încât o persoană oarbă putea să citească orice dorea.

În luna ianuarie 1976, am anunţat maşina de citit KRM, care a părut să atingă o coardă sensibilă. Toate programele de ştiri ale serii au prezentat materiale despre ea, iar Walter Cronkite a folosit-o pentru a i se citi cu voce tare formula „Şi aşa a fost, 13 ianuarie, 1976."

La scurt timp după anunţ, am fost invitat la emisiunea *Today*, fapt care s-a dovedit cam stresant, pentru că nu aveam decât o maşină de citit în stare de funcţionare. Bineînţeles că maşina s-a oprit cu câteva ore înainte de momentul în care eram programat să apar *live* la televiziunea naţională. Inginerul nostru şef a demontat-o frenetic, împrăştiind componentele electronice şi cablurile pe pardoseala platoului. Frank Field, care urma să mă intervieveze, a trecut pe acolo şi m-a întrebat dacă era totul în regulă. „Sigur, Frank", i-am replicat eu. „Facem nişte ajustări de ultim moment."

Inginerul nostru şef a asamblat maşina la loc, dar aceasta tot nu mergea. În cele din urmă, a folosit o metodă verificată în timp de reparare a echipamentelor electronice delicate şi a trântit maşina de citit pe masă. Din acel moment, a funcţionat foarte bine. Debutul ei *live* la televiziune a decurs fără nicio problemă.

Stevie Wonder a auzit de apariţia noastră la emisiunea *Today* şi s-a hotărât să verifice personal povestea. Recepţionista nu a fost deloc sigură că persoana de la celălalt capăt al liniei era într-adevăr legendarul interpret, însă mi-a dat totuşi legătura. L-am invitat la noi şi el a încercat maşina. Ne-a rugat stăruitor să-i facem propria maşină de citit, aşa că am întors fabrica pe dos ca să terminăm în grabă primul exemplar (nu am vrut să-i dăm prototipul pe care l-am folosit la emisiunea *Today* şi care mai avea vreo câteva cicatrice). I-am arătat lui Stevie Wonder cum să folosească noua lui maşină de citit şi a plecat cu ea alături.

Ulterior am aplicat scanarea și programul de recunoaștere omni-font OCR la operații comerciale, cum ar fi introducerea informațiilor în bazele de date și în computerele cu procesoare de cuvinte. Noile servicii de informații, cum ar fi Lexus (un serviciu de documentare online pentru domeniul juridic) și Nexus (un serviciu de știri), au fost construite folosind *Mașina de introducere de date Kurtzweil – Kurzweil Data Entry Machine* – pentru scanarea și recunoașterea documentelor scrise.

În anul 1978, după cinci ani de chinuri pentru obținerea finanțării pentru noua noastră companie, am avut noroc să atragem interesul și investiția unei mari companii: Xerox. Cele mai multe dintre produsele Xerox transferau informația electronică pe hârtie. Cei de acolo au considerat că tehnologia Kurzweil de scanare și recunoaștere a fonturilor OCR asigură o punte de la lumea hârtiei la cea a electronicii, astfel încât, în anul 1980, au achiziționat compania. Poți să cumperi în continuare programul OCR pe care l-am realizat inițial, actualizat corespunzător – acum se numește Xerox Textbridge și continuă să fie lider de piață.

Am păstrat legătura cu Stevie Wonder și, la una dintre întâlnirile noastre în studioul său de înregistrări de la Los Angeles, din anul 1982, el s-a plâns de starea de lucruri din lumea instrumentelor muzicale. Pe de o parte, exista lumea instrumentelor acustice, cum ar fi pianul, vioara și chitara, care dau sunetele complexe și bogate preferate de cei mai mulți muzicieni. Deși aducătoare de satisfacții din punct de vedere muzical, aceste instrumente sufereau de o multitudine de limitări. Cei mai mulți dintre muzicieni pot să cânte numai la unul sau două instrumente diferite. Chiar dacă ai fi în stare să cânți la mai mult de un instrument, nu ai putea cânta la mai mult de unul odată. Majoritatea instrumentelor produc o singură notă odată. Există mijloace foarte limitate pentru modelarea sunetelor.

Pe de altă parte, mai era și lumea instrumentelor electronice, la care aceste limite de control au dispărut. În lumea

computerizată poţi să înregistrezi o linie melodică pe un secvenţiator, să o derulezi de la început şi să înregistrezi peste ea o altă secvenţă, construind o compoziţie cu mai multe instrumente, pasaj cu pasaj. Poţi să editezi notele greşite fără să reiei întreaga secvenţă. Poţi să suprapui sunete multiple, să le modifici caracteristicile sonore, să interpretezi piese în timp nonreal şi să foloseşti o varietate de alte tehnici. Exista o singură problemă. Sunetele cu care erai obligat să lucrezi în lumea electronică erau foarte subţiri, mai curând ca şi cele de orgă sau de orgă procesată electronic.

Nu ar fi minunat, spunea Stevie, dacă am putea folosi metodele extraordinar de flexibile ale controlului computerizat pe sunetele frumoase ale instrumentelor acustice? M-am gândit la asta şi mi s-a părut cât se poate de fezabil, aşa că acea întâlnire a însemnat fondarea companiei Kurzweil Music Systems şi i-a definit raţiunea de a fi.

Avându-l pe Stevie Wonder drept consilier muzical, am început să combinăm aceste două lumi ale muzicii. În luna iunie 1983, am făcut o demonstraţie cu un prototip al lui Kurzweil 250 (K250) şi l-am lansat în comerţ în 1984. K250 este considerat primul instrument muzical electronic care a imitat răspunsul sonor complex al unui pian de concert şi practic al altor instrumente de orchestră.

Mai demult, tatăl meu, muzician cunoscut, a jucat un rol în dezvoltarea interesului meu faţă de muzica electronică. Înaintea morţii sale, în 1970, mi-a spus că credea că într-o bună zi îmi voi combina interesul faţă de computere cu cel faţă de muzică, pentru că el avea sentimentul că între cele două exista o afinitate naturală. Îmi amintesc că, atunci când tatăl meu a vrut să asculte una dintre compoziţiile sale orchestrale, a trebuit să angajeze o orchestră întreagă. Asta însemna colectă de fonduri, copii mimeografice ale partiturilor scrise de mână, alegerea şi angajarea muzicienilor potriviţi şi închirierea unei săli în care să se poată cânta. Abia după toate acestea putea să-şi audă compoziţia pentru prima oară. Doamne fereşte ca aceasta să nu-i fi plăcut aşa cum

era, pentru că atunci trebuia să concedieze muzicienii, să piardă zile întregi rescriind de mână partiturile modificate, să colecteze din nou fonduri, să reangajeze muzicienii și să-i reunească pentru a cânta împreună. În zilele noastre, un muzician poate să-și asculte compoziția pe un sintetizator Kurzweil sau de alt tip, poate face modificările la fel de ușor cum ai schimba o literă pe un proces de text și poate asculta rezultatele instantaneu.

Am vândut Kurzweil Music Systems unei companii coreene, Young Chang, cel mai mare producător de piane din lume, în anul 1990. Kurzweil Music Systems rămâne unul dintre brandurile de frunte din domeniul instrumentelor muzicale electronice pe plan mondial și este vândut în patruzeci și cinci de țări.

Am fondat și Kurzweil Applied Intelligence în anul 1982, cu scopul de a crea un procesor de cuvinte cu activare vocală. Este o tehnologie înfometată de MIPS (respectiv de viteză a computerului) și de megabiți (respectiv de memorie), astfel încât sistemele timpurii limitau proporțiile vocabularului pe care îl puteau folosi utilizatorii. Aceste sisteme timpurii le impuneau de asemenea utilizatorilor să facă scurte pauze între cuvinte, așa... că... trebuia... să... vorbești... uite... așa. Am combinat această tehnologie de recunoaștere a vorbirii „în cuvinte individuale" cu o bază de cunoștințe medicale pentru crearea unui sistem care le permitea medicilor să-și realizeze rapoartele medicale vorbindu-le pur și simplu computerelor lor. Produsul nostru, numit Kurzweil Moicemed (actualmente Kurzweil Clinical Reporter) îi călăuzește practic pe medici în cadrul procesului de raportare. Am introdus de asemenea un produs pentru dictare de scop general, intitulat Kurzweil Voice, care le permitea utilizatorilor să realizeze documente scrise spunându-i computerului câte un cuvânt odată. Acest produs a devenit deosebit de popular în special în rândul persoanelor suferind de dizabilități în utilizarea mâinilor.

Exact în acest an, 1999, grație Legii lui More, computerele personale au devenit suficient de rapide pentru

a recunoaşte vorbirea continuă normală, astfel încât pot să dictez restul acestei cărţi vorbind, pe cel mai recent produs, Voice Epress Plus, cu viteze de circa o sută de cuvinte pe minut. Desigur, nu mă aleg cu o sută de cuvinte scrise în fiecare minut, pentru că mă răzgândesc de foarte multe ori, dar Voice Xpress nu pare să se supere.

Am vândut această companie lui Lernout & Hauspie (L&H), un mare trust specializat în tehnologie de vorbire-şi-limbaj, cu cartierul general în Belgia. La scurt timp după achiziţia făcută de către L&H în 1997, am încheiat o alianţă strategică între divizia de dictare de la L&H (fostă Kurzweil Applied Intelligence) şi Microsoft, astfel încât este posibil ca tehnologia noastră verbală să fie folosită de Microsoft la viitoarele sale produse.

L&H este de asemenea lider în sinteză text-verbal şi în traducere automată, astfel încât acum compania are toate tehnologiile necesare pentru realizarea unui telefon translator. După cum am menţionat anterior, concepem actualmente o demonstraţie cu un sistem care îţi va permite să vorbeşti în limba engleză iar persoana de la celălalt capăt să te audă în limba germană şi invers. În cele din urmă, vei putea să apelezi pe oricine de pe glob şi ceea ce spui va fi tradus instantaneu în orice limbă populară. Desigur, capacitatea noastră de a ne înţelege greşit între noi va rămâne neschimbată.

O altă aplicaţie a tehnologiei noastre de recunoaştere a vorbirii şi unul dintre scopurile noastre iniţiale rezidă într-un dispozitiv de ascultare pentru surzi, în esenţă opusul unei maşini de citit pentru orbi. Recunoscând vorbirea continuă în timp real, dispozitivul îi va permite unei persoane surde să citească ce spun oamenii, prin aceasta depăşindu-şi principalul handicap asociat cu surzenia.

În anul 1996 am fondat o nouă companie de tehnologie pentru citire, intitulată Kurzweil Educational Systems, care a dezvoltat o nouă generaţie de software pentru citire de genul scris-în-vorbire pentru persoanele văzătoare dar cu dizabilităţi de citire, precum şi o nouă maşină de citit pentru persoanele

oarbe. Versiunea pentru dizabilități de citire, denumită Kurzweil 3000, scanează documentul tipărit, afișează pagina exact așa cum apare ea în documentul original (de exemplu, carte, revistă), cu toată grafica în culori și imaginile intacte. Pe urmă citește documentul cu voce tare, subliniind imaginea tipărită care e lecturată. În esență, face ceea ce face și un profesor de citire – le citește elevilor, arătându-le exact ce citește.

Cea mai mare satisfacție mi-au adus-o aplicațiile tehnologiei în folosul persoanelor cu dizabilități. Între capacitățile computerelor contemporane și nevoile persoanelor cu dizabilități există o compatibilitate accidentală. Nu creăm genii cibernetice în zilele noastre – nu încă. Inteligența computerelor inteligente de astăzi este restrânsă, fapt ce poate să dea soluții eficiente pentru deficiențele limitate ale majorității persoanelor dizabilitate. Inteligența restrânsă a mașinii dă rezultate eficiente în contextul inteligenței largi și flexibile a persoanei dizabilitate. Depășirea handicapurilor asociate cu dizabilitățile prin folosirea inteligenței artificiale a reprezentat multă vreme pentru mine un scop personal. În privința principalelor dizabilități majore fizice și senzoriale, cred că în câteva decenii vom ajunge să anunțăm sfârșitul efectiv al handicapurilor. Ca amplificatoare ale gândirii umane, computerele au un mare potențial de a asista exprimarea umană și de a extinde creativitatea pentru noi toți. Sper să continuu să joc un rol în utilizarea acestui potențial.

Toate aceste proiecte au necesitat devotamentul și priceperea multor oameni talentați și strălucitți într-o largă gamă de domenii. Este întotdeauna incitant să vezi – sau să auzi – un nou produs și să îi vezi impactul asupra vieții utilizatorilor săi. O mare plăcere a fost reprezentată de împărtășirea procesului creativ și a fructelor sale cu mulți din acești oameni remarcabili.

Noua provocare ludită

Mai întâi, să postulăm că oamenii de știință din domeniul computerelor reușesc să creeze mașini inteligente

care pot face lucrurile mai bine decât le pot face ființele omenești. În acest caz, după câte s-ar putea presupune, toată munca va fi făcută de sisteme vaste de mașini, deosebit de organizate, și nu va mai fi necesar niciun efort uman. Se poate întâmpla una din două. Este posibil ca mașinilor să li se permită să ia toate deciziile singure, fără supraveghere umană, sau să se păstreze controlul uman asupra mașinilor.

Dacă mașinilor li se permite să ia singure decizii, nu putem face nicio presupunere în privința rezultatelor, deoarece este imposibil să ghicești cum s-ar putea comporta asemenea mașini. Nu facem decât să arătăm că soarta rasei umane s-ar afla la mila mașinilor. S-ar putea susține că rasa umană nu ar fi niciodată atât de necugetată încât să predea mașinilor toată puterea. Însă nu sugerăm nici că rasa umană ar lăsa puterea voluntar pe mâna mașinilor, nici că mașinile ar prelua voluntar puterea. Ceea ce vrem să subliniem este că rasa umană ar putea să-și permită cu ușurință să eșueze într-o poziție de o asemenea dependență de mașini, încât să nu aibă practic altă alegere decât să accepte toate deciziile mașinilor. În condițiile în care societatea și problemele cu care se confruntă ea devin din ce în ce mai complexe, iar mașinile devin din ce în ce mai inteligente, oamenii vor lăsa mașinile să ia tot mai des decizii în locul lor, pur și simplu din cauză că deciziile luate de mașini vor aduce rezultate mai bune decât cele omenești. În cele din urmă, se poate ajunge într-un stadiu în care deciziile necesare pentru menținerea sistemului în stare de funcționare să devină atât de complexe, încât ființele umane să fie incapabile să facă acest lucru în mod inteligent. În acest stadiu, mașinile vor avea controlul efectiv. Pur și simplu, oamenii nu vor putea să oprească mașinile deoarece vor fi atât de dependenți de ele, încât oprirea lor ar echivala cu sinuciderea.

Pe de altă parte, este posibil să fie păstrat controlul uman asupra mașinilor. În acest caz, persoana obișnuită poate deține controlul asupra anumitor mașini private

proprii, cum ar fi automobilul sau computerul personal, dar controlul asupra sistemelor mari de mașini se va afla în mâinile unei mici elite – exact ca astăzi, dar cu două mici diferențe. Din cauza tehnicilor îmbunătățite, elita va avea un control mai mare asupra maselor; iar din cauză că munca umană nu va mai fi necesară, masele vor fi superflue – o povară inutilă pentru sistem. Dacă elita este lipsită de scrupule, poate decide pur și simplu să extermine masa omenirii. Dacă este umană, poate să folosească propaganda sau alte tehnici psihologice ori biologice pentru reducerea ratei natalității până când masa omenirii ajunge pe cale de dispariție, lăsând lumea în mâinile elitei. Sau, dacă elita constă în liberali buni la inimă, aceștia pot decide să joace rolul bunilor păstori pentru restul rasei umane. Ei se vor îngriji ca nevoile fizice ale tuturor să fie satisfăcute, ca toți copiii să fie crescuți în condiții igienice din punct de vedere psihologic, ca fiecare persoană să aibă un hobby sănătos care s-o țină ocupată și ca toți cei care ar putea deveni nemulțumiți să fie supuși „tratamentului" pentru vindecarea „problemei" Desigur, viața va fi atât de lipsită de sens, încât oamenii vor trebui manipulați biologic sau psihologic pentru eliminarea nevoii lor de proces al puterii sau pentru a-i face să-și „sublimeze" nevoia de putere într-un hobby inofensiv. Aceste ființe umane manipulate ar putea fi fericite într-o asemenea societate, dar în mod sigur nu ar fi libere. Ar fi reduse la statutul de animale domestice.

– Theodore Kaczynski

Țesătorii din Nottingham se bucurau de un stil de viață modest, dar confortabil, de pe urma industriei lor artizanale înfloritoare de producere a ciorapilor fini și a dantelei. Acest lucru a durat sute de ani, afacerile stabile de familie fiind transmise din generație în generație. Dar, odată cu inventarea războiului automat și a altor mașini textile automate, la începutul secolului al XVIII-lea, mijlocul lor de a-și câștiga existența a luat sfârșit.

Puterea economică a trecut de la familiile de ţesători la proprietarii maşinilor.

În acest tumult a apărut un băiat, tânăr şi retardat, pe nume Ned Ludd, care, spune legenda, ar fi distrus din greşeală două maşini dintr-o fabrică textilă, ca urmare a stângăciei sale. Începând din acel moment, de câte ori se descoperea că un echipament dintr-o fabrică se strica în mod misterios, oricine era suspectat pentru mârşăvie spunea: „Dar Ned Ludd a făcut-o."

În anul 1812, ţesătorii disperaţi au constituit o societate secretă, o armată de gherilă urbană. I-au ameninţat şi le-au adresat cereri proprietarilor de fabrici, dintre care mulţi s-au supus. Când erau întrebaţi cine era conducătorul lor, ei răspundeau „Păi generalul Ned Ludd, bineînţeles." Cu toate că ludiţii, cum au devenit cunoscuţi, şi-au îndreptat iniţial violenţa asupra maşinilor, mai târziu în cursul acelui an au izbucnit şi o serie de confruntări sângeroase. Toleranţa guvernului conservator faţă de luddiţi a luat sfârşit şi mişcarea s-a dizolvat odată cu încarcerarea şi spânzurarea membrilor marcanţi.[18]

Problema capacităţii maşinilor de a înlocui munca oamenilor nu a fost un exerciţiu intelectual pentru ludiţi. Îşi văzuseră stilul de viaţă răsturnat cu susul în jos. Pe ţesători nu-i încălzea cu nimic faptul că fuseseră create noi locuri de muncă pentru proiectarea, fabricarea şi comercializarea noilor maşini. Nu existau programe guvernamentale care să-i reprofileze pe ţesători în proiectanţi de automatizări.

Cu toate că nu au reuşit să creeze o mişcare susţinută şi viabilă, ludiţii au rămas un simbol grăitor pe măsură ce maşinile cu continuat să-i înlocuiască pe muncitorii umani. Unul dintre numeroasele exemple ale efectelor automatizării asupra numărului locurilor de muncă îl reprezintă faptul că, la începutul secolului XX, aproximativ o treime din populaţia Statelor Unite era implicată în producţia agricolă. Astăzi, acest procent a ajuns la aproximativ 3 la sută.[19] Pentru fermierii din urmă cu o sută de ani, ar fi fost o slabă consolare să li se scoată în evidenţă faptul că pierderea locurilor lor de muncă avea să fie compensată în cele din urmă de noi locuri de muncă într-o viitoare industrie

electronică sau că descendenții lor puteau să devină creatori de software în Silicon Valley.

Realitatea pierderii locurilor de muncă este mult mai convingătoare decât promisiunea indirectă a unor noi locuri de muncă în industrii depărtate. Când agențiile de publicitate au început să folosească sintetizatoarele Kurzweil pentru crearea benzilor sonore ale reclamelor pentru televiziune în loc să angajeze muzicieni *live*, uniunea muzicienilor nu a fost deloc fericită de situație. Am scos în evidență faptul că noua tehnologie de muzică generată de computer a fost practic benefică pentru muzicieni, deoarece face muzica mai atractivă. De exemplu, filmele industriale care anterior foloseau muzică orchestrală preînregistrată (din cauză că bugetul limitat al acestor filme nu permitea angajarea unei orchestre întregi) au folosit muzică originală creată de un muzician pe sintetizator. După cum s-a dovedit, nu a fost un argument prea eficient, de vreme ce artiștii sintetizatorului tindeau să nu fie membri ai uniunii.

Filosofia ludită rămâne cât se poate de vie ca înclinație ideologică, însă ca mișcare politică și economică se poziționează sub suprafața dezbaterii contemporane. Publicul pare să înțeleagă că crearea unei noi tehnologii alimentează expansiunea stării de bine a economiei. Statisticile demonstrează cât se poate de clar că automatizarea creează slujbe mai multe și mai bune decât cele pe care le elimină. În anul 1870, numai 12 milioane de americani, reprezentând aproximativ o treime din populația civilă, aveau slujbe. În 1998, cifra a crescut la 126 de milioane de slujbe, ocupate de aproximativ două treimi din populația civilă[20]. Produsul intern brut din 1958 pe cap de locuitor, exprimat în dolari constanți*, a crescut de la 530 în 1870, la cel puțin de zece ori mai mult astăzi.[21] S-a produs o schimbare comparabilă a puterii de câștig a slujbelor disponibile. Această creștere de o mie de ori a bogăției reale s-a concretizat într-un standard de viață sensibil îmbunătățit, în asistență medicală și educație de mai bună calitate și într-o capacitate sporită de a se veni în

---

* Dolari constanți înseamnă dolari raportați la valoarea avută la o dată anterioară, de referință.

întâmpinarea tuturor celor care au nevoie de ajutor în societatea noastră. La începutul Revoluţiei Industriale, speranţa de viaţă în America de Nord şi în nord-estul Europei era de aproximativ treizeci şi şapte de ani. Acum, la două secole distanţă, s-a dublat şi continuă să crească.

Slujbele create au fost, de asemenea, de un nivel mai înalt. Pe bună dreptate, mare parte din locurile de muncă suplimentare au apărut în domeniul asigurării unui învăţământ superior, pe care îl impun slujbele din zilele noastre. De exemplu, actualmente cheltuim de zece ori mai mult (în dolari constanţi), raportat la PIB-ul pe cap de locuitor, pentru învăţământul public, decât în urmă cu un secol. În anul 1870, numai 2 la sută dintre adulţii americani aveau diplomă de liceu, în timp ce astăzi cifra este de 80 la sută. În 1870 erau numai 52.000 de studenţi în colegii; astăzi sunt 15 milioane.

Procesul de automatizare care a început în Anglia în urmă cu două sute de ani – şi continuă şi astăzi într-un ritm tot mai accelerat (potrivit Legii accelerării veniturilor) – elimină slujbele de la baza scării aptitudinale şi creează altele noi, la vârful acestei scări. De aici şi creşterea investiţiilor în învăţământ. Însă ce se întâmplă când scara aptitudinală depăşeşte posibilităţile masei populaţiei şi în cele din urmă abilităţile oricărui om, indiferent care ar fi inovaţiile din educaţie? Răspunsul pe care îl putem anticipa din Legea accelerării veniturilor este că scara va continua să urce, fapt ce presupune că oamenii vor trebui să devină din ce în ce mai capabili prin alte mijloace. Învăţământul poate să realizeze doar atâta cât îi stă în putinţă. Singurul mod prin care specia va ţine pasul va fi ca oamenii să capete o competenţă sporită în tehnologia computaţională pe care am creat-o, respectiv ca specia să se contopească cu tehnologia.

Această perspectivă nu li se va părea tuturor atractivă, astfel încât tema ludită va fi prezentă şi în secolul XXI, mergând de la anxietatea legată de câştigarea mijloacelor de trai, până la anxietatea legată de natura esenţială a fiinţei umane. Pe de altă parte, este puţin probabil ca mişcarea ludită să se descurce mai bine în secolul XXI decât în ultimele două dinainte. Suferă de absenţa unei agende alternative viabile.

Ted Kaczynski, pe care îl citez la începutul secțiunii reproducând un pasaj din „Manifest Unabomber" intitulat *Societatea industrială și viitorul*, susține o revenire simplă la natură.[22] Kaczynski nu se referă la o vizită contemplativă într-un Waden Pond de secol XIX, ci la renunțarea de către specie la întreaga sa tehnologie și la revenirea la niște vremuri mai simple. Cu toate că realizează o pledoarie captivantă cu privire la pericolele și răul care au însoțit industrializarea, viziunea pe care o propune el nu este nici convingătoare și nici fezabilă. La urma urmelor, a mai rămas atât de puțin din natura la care ne-am putea reîntoarce și există prea multe ființe umane. La bine și la rău, suntem legați de tehnologie.

POETUL TĂU CIBERNETIC SCRIE VERSURI INTERESANTE...

Sunt curios ce-ai ales.

EI BINE, UITÂNDU-MĂ LA PRIMELE CÂTEVA POEZII DIN COLECTIA TA:

Fă piruete coborând pe pagină

prin mijlocirea/ leoaicei cuibărite în sufletul meu.

Făcând giuvaiere din zăpada care cade...

Esența eternității/ spiritul buzelor mele

DAR POEZIILE NU AU ÎNTOTDEAUNA ȘIR, DACĂ MĂ ÎNȚELEGI.

Da, cititorii tolerează ceva mai multă discontinuitate în versuri decât în proză. Problema fundamentală este incapacitatea artiștilor cibernetici contemporani de a stăpâni nivelurile de context de care sunt capabili artiștii umani. Nu este o limitare definitivă, desigur. În cele din urmă, noi vom fi cei cărora le va fi greu să țină pasul cu profunzimea contextului de care este capabilă inteligența computerului...

FĂRĂ ASISTENȚĂ...

De la extensiile unui computer la inteligenţa ta, da, într-adevăr. Între timp, Poetul cibernetic este foarte priceput ca asistent de inspiraţie. Deşi poeziile sale nu „merg" de la cap la coadă, are câteva puncte-forte în găsirea unor răsturnări unice ale frazelor. Aşa că programul are un mod intitulat Asistentul poetului. Omul scrie o poezie în fereastra de procesare a textului. Asistentul poetului îl urmăreşte şi completează restul ecranului cu sugestii cum ar fi: „Aşa şi-ar încheia Robert Frost versul" sau „Iată un set de rime şi/sau aliteraţii pe care le-a folosit Keats pentru acest cuvânt" sau „Iată cum ar încheia Emily Dickinson această poezie" şi aşa mai departe. Dacă i se pun la dispoziţie poeziile autorului, poate chiar să sugereze cum ar încheia el un vers sau o poezie. De fiecare dată când scrii un alt cuvânt, primeşti zeci de sugestii. Nu toate sunt logice, dar este o soluţie bună în cazul unei pene de inspiraţie. Şi eşti binevenit să-i furi ideile.

ÎN PRIVINŢA TABLOURILOR LUI COHEN...

Vrei să spui tablourile lui Aaron...

OH, S-AR PĂREA CĂ SUNT ATENT LA SENTIMENTELE LUI AARON...

De vreme ce nu are niciun fel de sentimente...

ÎNCĂ NU, CORECT? DAR CE VOIAM SĂ SPUN ESTE CĂ TABLOURILE LUI AARON PAR SĂ-ŞI PĂSTREZE CONTEXTUL. ÎNTREGUL MI SE PARE LOGIC.

Da, Aaron al lui Cohen este, probabil, cel mai bun exemplu de artist vizual cibernetic din zilele noastre şi cu siguranţă e unul dintre principalele exemple de prezenţă a computerului în lumea artelor.
Cohen a programat mii de reguli privitoare la toate aspectele desenului şi picturii, de la natura artistică a personajelor, plantelor şi obiectelor pictate, până la compoziţie şi alegerea culorilor.

Reţine că Aaron nu caută să imite alţi artişti. Îşi are propriul set de stiluri, astfel încât este fezabil ca, la cunoştinţele sale, să fie relativ complet în domeniul său vizual. Desigur, artiştii umani,

chiar şi cei străluciţi, au de asemenea limite ale domeniului. Aaron este cât se poate de respectabil în diversitatea artei sale.

ÎN REGULĂ, CA SĂ TRECEM LA CINEVA MULT MAI PUŢIN RESPECTABIL, L-AI CITAT PE TED KACZYNCKI REFERINDU-SE LA MODUL ÎN CARE RASA UMANĂ POATE SĂ ALUNECE ÎN DEPENDENŢA FAŢĂ DE MAŞINI ŞI PE URMĂ NU VOM MAI AVEA DE ALES ŞI VA TREBUI SĂ ACCEPTĂM TOATE DECIZIILE MAŞINILOR. PE BAZA A CEEA CE AI SPUS DESPRE IMPLICAŢIILE OPRIRII TUTUROR COMPUTERELOR, NU NE AFLĂM DEJA ÎN ACEASTĂ SITUAŢIE?

Cu siguranţă că da în privinţa dependenţei, dar nu în privinţa nivelului de inteligenţă a maşinilor.

CITATUL A FOST SURPRINZĂTOR...

De coerent?

DA, ACESTA ESTE CUVÂNTUL PE CARE ÎL CĂUTAM.

Întregul manifest al lui Kaczynski este cât se poate de bine scris, departe de ceea ce te-ai aştepta având în vedere statutul lui de nebun. După cum remarca James Q. Wilson, profesor de ştiinţe politice la Universitatea California, „Limbajul este limpede, precis şi calm. Argumentaţia este subtilă şi atent dezvoltată, lipsindu-i orice ar putea semăna cât de cât cu afirmaţiile extravagante sau speculaţiile iraţionale pe care le-ar putea emite un nebun." Şi şi-a găsit destui adepţi în rândurile anarhiştilor şi antitehnologiştilor de pe internet...

CARE ESTE MAXIMUL ÎN TEHNOLOGIE.

Da, ironia nu a trecut neobservată.

DAR DE CE SĂ-L CITEZI PE KACZYNSKI? ADICĂ...

Ei bine, manifestul său este o expunere la fel de convingătoare pe tema alienării psihologice, a dislocării sociale, a afectării mediului şi a altor efecte şi pericole nocive ale epocii tehnologice ca oricare alta...

NU ASTA AM VRUT SĂ SPUN. MĂ ÎNDOIESC CĂ LUDIŢII SUNT FERICIŢI SĂ-L AIBĂ PE EL CA SIMBOL AL IDEILOR LOR. ÎNTR-UN FEL, LE DISCREDITEZI MIŞCAREA FOLOSINDU-L PE EL CA PURTĂTOR DE CUVÂNT.

În regulă, este o obiecţie legitimă. Presupun că aş putea să-mi apăr citatul argumentând că e un exemplu important al unui fenomen relevant: ludismul violent. Mişcarea a debutat cu violenţe, iar provocarea pe care o reprezintă maşinile pentru rasa umană este suficient de însemnată pentru ca o reacţie violentă, în decursul secolului viitor (XXI, n.tr.), să constituie o posibilitate foarte mare.

ÎNSĂ FAPTUL CĂ AI FOLOSIT CITATUL MI S-A PĂRUT MAI MULT DECÂT UN SIMPLU EXEMPLU DE FENOMEN MARGINAL.

Ei bine, am fost surprins de măsura în care am fost de acord cu manifestul lui Kaczynski.

CA DE EXEMPLU...

Ah, deci acum eşti interesat.

MI S-A PĂRUT CÂT SE POATE DE DESCUMPĂNITOR ŞI UN APROPO LA CEEA CE MI-AI SPUS.

Da, m-am gândit eu. Kaczynski descrie şi beneficiile tehnologiei, şi costurile şi pericolele ei. Pe urmă îşi afirmă concluzia:

> Un motiv în plus pentru care societatea industrială nu poate fi reformată în favoarea libertăţii este acela că tehnologia modernă e un sistem unificat ale cărui componente sunt dependente unele de altele. Nu te poţi lipsi de părţile „rele" ale tehnologiei pentru a le păstra numai pe cele „bune". Să luăm medicina modernă, de exemplu. Progresul în ştiinţa medicală depinde de programe din chimie, fizică, biologie, ştiinţa computerelor şi alte domenii.
>
> Tratamentele medicale avansate necesită echipament costisitor, de înaltă tehnologie, care poate fi

produs numai de o societate ce cunoaşte progresul tehnologic şi este bogată din punct de vedere economic. În mod evident, nu poţi obţine cine ştie ce progres în medicină în lipsa unui întreg sistem tehnologic şi a tot ceea ce-l însoţeşte.

Până acum, toate bune. Pe urmă, face judecata principială că „părţile rele" le depăşesc pe cele „bune" Nu este o poziţie excentrică, însă aici punctele noastre de vedere se despart. Nu intră în vederile mele faptul că progresul tehnologiei este automat benefic. Este de imaginat că omenirea va regreta în cele din urmă calea tehnologică. Deşi riscurile sunt cât se poate de reale, credinţa mea fundamentală este că potenţialele câştiguri merită riscul. Însă e vorba doar de o credinţă; nu este o poziţie pe care o pot demonstra cu uşurinţă.

AŞ FI INTERESAT CARE CREZI TU CĂ AR FI CÂŞTIGURILE?

Câştigurile materiale sunt evidente: progresul economic, modelarea resurselor materiale pentru a corespunde nevoilor de secole, prelungirea duratei de viaţă, îmbunătăţirea stării de sănătate şi aşa mai departe. În sfârşit, de fapt nu aceasta este ideea mea de bază. Eu văd o oportunitate de extindere a minţii omului, de extindere a cunoştinţelor sale şi de progres al abilităţilor de a crea şi înţelege cunoaşterea ca subiect de căutare spirituală esenţială. Feigenbaum şi McCorduck vorbesc despre asta ca fiind „punctul de pornire temerar, unii ar spune necugetat, pe un teren sacru"

DECI RISCĂM SUPRAVIEŢUIREA RASEI UMANE PENTRU ACEASTĂ CĂUTARE SPIRITUALĂ?

În esenţă, da.

NU MĂ SURPRINDE CĂ LUDIŢII IAU PAUZĂ.

Desigur, reţine că câştigul material, nu cel spiritual, seduce omenirea să o apuce pe această cale.

TOT NU MĂ SIMT PREA CONFORTABIL AVÂNDU-L PE KACZYNSKI DREPT PURTĂTOR DE CUVÂNT. ESTE UN CRIMINAL DECLARAT, ŞTII ASTA.

Desigur, mă bucur că e în spatele gratiilor şi tacticile sale merită să fie condamnate şi pedepsite. Din nefericire, terorismul este eficient şi de aceea supravieţuieşte.

NU VĂD LUCRURILE AŞA. TERORISMUL DOAR SUBMINEAZĂ POZIŢIILE CARE SUNT FĂCUTE PUBLICE. OAMENII CONSIDERĂ PE URMĂ SUBIECTELE TERORISMULUI CA FIIND NEBUNEŞTI SAU CEL PUŢIN NECHIBZUITE.

Aceasta este o reacţie. Dar aminteşte-ţi de societatea minţii. Avem mai multe reacţii faţă de terorism.

Un contingent din capul nostru spune: „Aceste acţiuni au fost malefice şi nebuneşti, aşa că teza teroristului trebuie să fie malefică şi nebunească."

Dar un alt contingent din capul nostru adoptă punctul de vedere că „Aceste acţiuni au fost extreme, aşa că trebuie că are sentimente foarte puternice în acest sens. Poate e ceva mai adânc. Poate că o versiune mai moderată a punctelor sale de vedere este legitimă."

SEAMĂNĂ CU PSIHOLOGIA „MARII MINCIUNI" A LUI HITLER.

Există o similitudine. În cazul lui Hitler, atât tactica, cât şi concepţiile au fost extreme. În cazul teroriştilor moderni, tactica este extremă; concepţiile pot să fie sau nu extreme. În cazul lui Kaczynski, multe aspecte ale argumentaţiei sale sunt rezonabile. Desigur, el sfârşeşte într-o poziţie extremă.

DA, O CABANĂ PRIMITIVĂ DIN MONTANA.

Şi manifestul tot acolo sfârşeşte – ar trebui să ne întoarcem la natură.

NU CRED CĂ OAMENILOR LI S-A PĂRUT PREA ATRACTIVĂ IDEEA CU NATURA A LUI KACZYNSKI, CEL PUŢIN DACĂ JUDECĂM DUPĂ IMAGINILE CABANEI LUI.

Şi, după cum am spus, nu mai este destulă natură în care să te duci.

MULŢUMITĂ TEHNOLOGIEI.

Şi exploziei demografice.

DE ASEMENEA FACILITATĂ DE TEHNOLOGIE.

Aşadar am depăşit punctul fără întoarcere. Este deja prea târziu să mai pornim pe calea naturii.

ŞI ATUNCI CARE ESTE CALEA PE CARE O RECOMANZI?

Aş spune că nu ar trebui să considerăm progresul tehnologic ca fiind exclusiv o forţă impersonală, inexorabilă.

PARCĂ AI SPUS CĂ ACCELERAREA PROGRESULUI TEHNOLOGIEI ŞI COMPUTAŢIEI ESTE INEXORABILĂ; ÎŢI AMINTEŞTI? LEGEA ACCELERĂRII VENITURILOR?

A, da, progresul este inexorabil, într-adevăr, nu o să putem opri tehnologia. Însă avem câteva opţiuni. Avem ocazia să modelăm tehnologia şi să-i canalizăm direcţia. Am încercat să fac acest lucru în cercetările mele. Putem să păşim cu atenţie prin pădure.

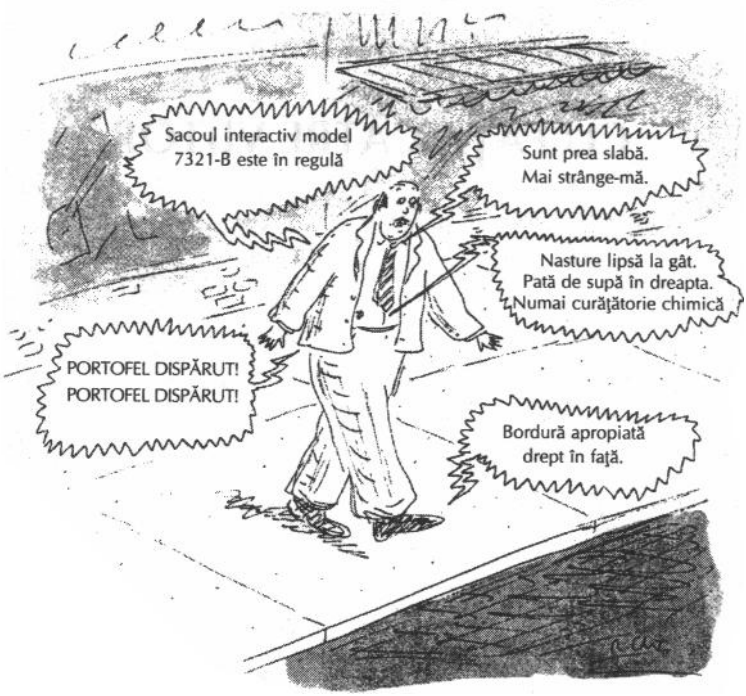
MAI BINE NE-AM APUCA DE TREABĂ, VĂD O MULŢIME DE PANTE ALUNECOASE CARE NE AŞTEAPTĂ.

Partea a treia

CU FAŢA CĂTRE VIITOR

VĂ PREZENTĂM

ÎMBRĂCĂMINTEA INTERACTIVĂ



Capitolul nouă

2009

De când îmi pot aduce aminte, mi-am dorit să trăiesc într-o epocă măreaţă – în care să se întâmple ceva important, cum ar fi o crucificare. Şi brusc mi-am dat seama că aşa este.

– Ben Shahn

După cum spunem în domeniul computerelor, „Shift happens" – „Se mai întâmplă [şi rahaturi]".*

– Tim Romero

Se spune că oamenii supraestimează ceea ce se poate realiza pe termen scurt şi subestimează schimbările care vor apărea pe termen lung. În condiţiile accelerării ritmului schimbării, putem considera că până şi primul deceniu al secolului XXI constituie o perspectivă pe termen lung. Cu acest gând în minte, să analizăm începutul secolului următor (XXI, n. tr.).

Computerul însuşi

Suntem în anul 2009. Indivizii folosesc în principal computere portabile, care au devenit spectaculos mai uşoare şi mai subţiri decât computerele *notebook* din urmă cu zece ani. Computerele personale sunt disponibile într-o largă gamă de dimensiuni şi forme şi sunt în mod obişnuit înglobate în îmbrăcăminte şi bijuterii, cum ar fi ceasurile de mână, inelele, cerceii şi alte ornamente corporale. Computerele cu interfaţă vizuală de înaltă rezoluţie merg de la inele, ace, carduri de credit şi până la dimensiunile unei cărţi subţiri.

---

* Aici este vorba de un calambur bazat pe deosebirea minimă de scriere şi rostire a cuvintelor *shift* şi *shit* – respectiv schimbare şi rahat. Textual, traducerea ar fi „Se întâmplă şi câte o schimbare" – expresia populară modificată fiind *„Shit happens"* („Se mai întâmplă şi rahaturi") (*n.tr.*).

Oamenii au de regulă cel puţin o duzină de computere pe corp, care sunt legate în reţele folosindu-se „body LANS" (reţele locale).[1] Aceste computere asigură facilităţi de comunicare cu telefoanele celulare, pagerele şi navigatoarele web, monitorizează funcţiile organismului, asigură identificarea automată (pentru realizarea tranzacţiilor financiare şi pentru a permite pătrunderea în zonele securizate), asigură indicaţiile pentru navigaţie şi o varietate de alte servicii.

În majoritatea lor covârşitoare, aceste computere într-adevăr personale nu au părţi în mişcare. Memoria este complet electronică şi cele mai multe computere portabile nu au tastatură.

Memoriile rotative (respectiv memoriile de computer care folosesc un platan rotativ, cum ar fi hard-drive-urile, CD-ROM-urile şi DVD-urile) sunt pe cale de dispariţie, cu toate că memoriile magnetice rotative sunt folosite în continuare în computerele „servere", în care sunt stocate volume mari de informaţii. Majoritatea utilizatorilor au servere în locuinţele lor şi în birouri, în care păstrează depozite mari de „obiecte" digitale, inclusiv software, baze de date, documente, muzică, filme şi medii de realitate virtuală (cu toate că acestea se află încă într-un stadiu incipient). Există servicii care păstrează obiectele digitale ale persoanei în depozite centrale, însă majoritatea oamenilor preferă să-şi păstreze informaţiile private sub propriul control fizic.

Cablurile dispar.[2] Comunicaţia dintre componente cum ar fi instrumentele indicatoare, microfoanele, afişajele, imprimantele şi tastatura ocazională foloseşte tehnologia fără fir de mică distanţă.

Computerele includ în mod curent tehnologia fără fir pentru conectarea în omniprezenta reţea mondială, asigurând comunicaţii sigure, instantaneu disponibile, de bandă foarte înaltă. Obiecte digitale cum ar fi cărţile, albumele de muzică, filmele şi software-ul sunt distribuite rapid sub formă de fişiere de date pe reţeaua fără fir şi de obicei nu au un obiect fizic care să le fie asociat.

Majoritatea textelor este realizată prin folosirea programelor de dictare cu recunoaşterea continuă a vorbirii (RCV), dar sunt folosite în continuare şi tastaturile. Recunoaşterea continuă a

vorbirii este foarte precisă, cu mult peste operatorii umani care erau folosiți până în urmă cu câțiva ani.

De asemenea omniprezente sunt interfețele de limbi pentru utilizatori (ILU), care combină recunoașterea continuă a vorbirii cu înțelegerea limbii naturale. Pentru chestiuni curente, cum ar fi tranzacții simple de afaceri și solicitări de informații, interfețele de limbi pentru utilizatori sunt cât se poate de utile și precise. Însă par să fie concentrate pe domenii restrânse, pe tipuri specifice de sarcini. Interfețele de limbi pentru utilizatori sunt adeseori combinate cu personaje animate. Interacționarea cu un personaj animat pentru realizarea unei achiziții sau a unei rezervări este echivalentă cu a discuta cu o persoană prin videoconferință, exceptând faptul că persoana respectivă este simulată.

Afișajele computerelor au toate calitățile prezentării de înaltă rezoluție pe hârtie: contrast superior, unghi larg de vizare și lipsa pâlpâitului. Cărțile, revistele și ziarele sunt acum citite în mod curent pe afișaje având dimensiunea, mă rog, a unei cărți mici.

Sunt folosite de asemenea afișajele de computer incluse în ochelari. Acești ochelari specializați le permit utilizatorilor să vadă mediul vizual normal, concomitent cu crearea unei imagini virtuale care pare să plutească în fața privitorului. Imaginile virtuale sunt create de un mic laser inclus în ochelari, care proiectează imaginile direct pe retinele utilizatorului.[3]

Computerele conțin în mod curent camere care preiau imagini în mișcare și sunt capabile să își identifice cu siguranță proprietarii după chipuri.

În termeni de circuite, sunt folosite în general cipuri tridimensionale și se produce o tranziție de la cipurile mai vechi, unistratificate.

Difuzoarele care generează sunete sunt înlocuite de dispozitive foarte mici bazate pe cipuri, care pot să producă sunete de înaltă rezoluție oriunde în spațiul tridimensional. Această tehnologie se bazează pe crearea unei frecvențe audibile din spectrul generat de interacțiunea unor tonuri de frecvență foarte înaltă. Ca rezultat, difuzoare foarte mici pot să producă sunete tridimensionale foarte robuste.

Un computer personal de 1.000 de dolari (la valoarea dolarului din 1999) poate realiza în jur de o mie de miliarde de operaţii pe secundă.[4] Supercomputerele corespund cel puţin capacităţii hardware a creierului uman – 20 de milioane de miliarde de calcule pe secundă.[5] Capacităţile nefolosite de computare de pe internet sunt recoltate, creându-se supercomputere virtuale paralele având capacitatea hardware a creierului uman.

Există un interes din ce în ce mai mare faţă de reţelele neuronale masiv paralele, algoritmii genetici şi alte forme de computaţie „haotică" sau de teoria complexităţii, cu toate că majoritatea computaţiilor realizate de majoritatea computerelor apelează în continuare la procesarea secvenţială, însă cu un anumit volum de procesare paralelă limitată.

Au fost iniţiate cercetări privitoare la abordarea prin mijloacele retroingineriei a creierului uman, folosindu-se atât scanarea distructivă a creierului unor persoane recent decedate, cât şi scanări neinvazive cu ajutorul rezonanţei magnetice nucleare la persoane în viaţă.

S-au efectuat demonstraţii cu maşini autonome realizate prin nanoinginerie (respectiv maşini construite atom cu atom şi moleculă cu moleculă) care îşi includ propriile mijloace de control computaţional. Însă, pe de altă parte, nanoingineria nu este considerată, încă, o tehnologie practică.

Educaţia

În secolul XX, computerele din şcoli se aflau în majoritatea lor la limitele decalajului, cea mai eficientă învăţare de la acestea făcându-se acasă. Acum, în 2009, cu toate că şcolile în continuare nu reprezintă vârful de lance, importanţa profundă a computerului ca instrument de cunoaştere este larg recunoscută. Computerele joacă un rol important în toate compartimentele educaţiei, ca şi în alte sfere ale vieţii.

Majoritatea lecturilor se fac pe afişaje, cu toate că „baza instalată" de documente pe hârtie este încă formidabilă. Generaţia documentelor pe hârtie este pe cale să-şi piardă importanţa, în condiţiile în care cărţile şi alte lucrări ţinând de secolul XX sunt

rapid scanate și stocate. În jurul anului 2009, documentele vor cuprinde în mod obișnuit imagini în mișcare și ilustrație sonoră.

Studenți de toate vârstele au de obicei un computer al lor personal, care este un dispozitiv subțire asemănător unei tablete, cântărind sub jumătate de kilogram, cu un afișaj de înaltă rezoluție, adecvat pentru lectură. Studenții interacționează cu computerele lor în primul rând vocal și prin indicatoare care se aseamănă cu un creion. Mai există tastaturi, însă majoritatea materialului sub formă de text este creată prin dictare. Materialele de învățare sunt accesate prin comunicații fără fir.

Au apărut cursuri electronice inteligente ca mijloc obișnuit de învățare. Recente studii controversate au demonstrat că elevii pot să își însușească aptitudini de bază precum cititul și matematica la fel de ușor cu software-ul de învățare interactivă ca și cu dascălii umani, mai ales în condițiile în care raportul elevi-învățători umani este mai mare de unu la unu. Cu toate că studiile au fost atacate, majoritatea elevilor și părinții lor au acceptat de ani de zile această idee. Modul tradițional prin care un învățător uman instruiește un grup de copii este în continuare prevalent, însă școlile se bazează din ce în ce mai mult pe abordări software, lăsându-i pe dascălii umani să se ocupe în principal de teme ce țin de motivare, de starea psihologică de bine și de socializare. Mulți copii învață să citească singuri, folosind computerele personale, înainte să intre în școala primară.

Copiii preșcolari și de școală primară citesc de regulă la nivelul lor intelectual folosind software de citire imprimat-voce, până când nivelul abilităților lor de lectură devine corespunzător. Aceste sisteme de citire imprimat-voce afișează imaginea completă a documentului și pot să citească imprimatul cu voce tare, subliniind ceea ce citesc. Vocile sintetice par absolut umane. Cu toate că unii învățători și-au exprimat preocuparea, la începutul anilor 2000, că elevii se vor baza într-un mod nedorit pe software-ul de citire, asemenea sisteme au fost acceptate ușor de către copii și de către părinții lor. Studiile realizate au demonstrat că elevii își îmbunătățesc abilitățile de citire prin contactul cu prezentarea vizuală și auditivă sincronizată a textului.

Învăţământul la distanţă (de exemplu, prelegerile şi seminarele la care studenţii sunt dispersaţi din punct de vedere geografic) constituie un fapt obişnuit.

Învăţarea devine o parte semnificativă a majorităţii slujbelor. *Training*-ul şi dezvoltarea noilor abilităţi se afirmă ca o responsabilitate permanentă în cazul carierelor, nu doar ca supliment ocazional, în condiţiile în care nivelul de abilităţi pentru slujbele bune se înalţă din ce în ce mai mult.

Dizabilităţile

Persoanele care suferă de dizabilităţi îşi depăşesc rapid handicapurile prin intermediul tehnologiei inteligente a anului 2009. Studenţii cu dizabilităţi la citit şi le ameliorează în mod curent folosind sistemele de citire imprimat-vocal.

Maşinile de citit imprimat-vocal pentru orbi sunt acum nişte dispozitive foarte mici, necostisitoare, cât palma, care pot să lectureze cărţi (cele care încă mai există pe hârtie), alte documente tipărite şi alte texte din lumea reală, cum ar fi indicatoarele şi afişajele. Aceste sisteme de citire sunt la fel de experte în lecturarea miilor de miliarde de documente electronice disponibile instantaneu pe omniprezenta reţea mondială fără fir.

După decenii de încercări ineficiente, au fost lansate dispozitive utile de navigaţie care îi ajută pe orbi să evite obstacolele fizice din calea lor şi să se orienteze folosind tehnologia sistemului de poziţionare globală – *global positioning system (GPS)*. Un orb poate să interacţioneze cu sistemele sale personale de citire şi navigare prin comunicare vocală în dublu sens – un fel de câini însoţitori care citesc şi vorbesc.

Persoanele surde – sau oricine suferă de o afecţiune auditivă – folosesc în mod curent maşini portabile vocal-text de ascultare, care afişează o transcriere în timp real a ceea ce vorbeşte lumea. Utilizatorul surd are opţiunea de a citi discuţiile transcrise ca text afişat sau de a urmări o persoană animată gesticulând în limbajul semnelor. Aceste maşini au eliminat principalul handicap de comunicare asociat cu surzenia. Maşinile de ascultare pot de asemenea să traducă ce se spune într-o altă limbă, în timp

real, astfel încât sunt folosite de obicei şi de persoanele cu auzul normal.

Au fost lansate pe piaţă şi dispozitive ortopedice controlate de computer. Aceste „maşini pentru umblat" le permit persoanelor paraplegice să meargă şi să urce trepte. Dispozitivele protetice nu sunt deocamdată utilizabile de către toate persoanele paraplegice, deoarece mulţi dintre cei cu dizabilităţi fizice au articulaţii disfuncţionale ca urmare a anilor îndelungaţi de neutilizare. Însă apariţia sistemelor ortopedice de mers constituie o motivaţie suplimentară pentru înlocuirea acestor articulaţii.

Se manifestă o percepţie din ce în ce mai limpede privitoare la faptul că principalele dizabilităţi reprezentate de cecitate, surzenie şi disfuncţionalităţi fizice nu conferă neapărat handicapuri. Persoanele cu dizabilităţi şi le descriu de regulă ca fiind simple inconveniente. Tehnologia inteligentă a devenit un important element de uniformizare.

Comunicaţiile

Tehnologia telefoanelor cu translator (la care vorbeşti în engleză, iar prietenul tău japonez te ascultă în japoneză şi invers) este folosită în mod curent pentru numeroase perechi de limbi. Este o capacitate obişnuită a computerului personal, care serveşte şi drept telefon.

Comunicarea „la telefon" este în esenţă fără fir şi de obicei include imagini în mişcare, de înaltă rezoluţie. Reuniuni de toate felurile şi proporţiile au loc de obicei între participanţi aflaţi la distanţă unii de alţii din punct de vedere geografic.

Există o convergenţă efectivă, cel puţin la nivelul hardware-ului şi al software-ului, a tuturor mediilor de comunicare în masă, care funcţionează ca obiecte digitale (respectiv fişiere) distribuite pe o omniprezentă reţea web de informaţii cu bandă înaltă, fără fir. Utilizatorii pot să descarce instantaneu cărţi, reviste, ziare, programe de televiziune şi radio, filme şi alte forme de software pe dispozitivele personale de comunicare deosebit de portabile.

Practic întreaga comunicare este digitală şi codificată, cheile publice aflându-se la dispoziţia autorităţilor guvernamentale.

Numeroşi indivizi şi grupuri, inclusiv (dar nu numai) organizaţii infracţionale, folosesc un strat suplimentar de coduri de cifrare imposibil de spart fără chei pentru o terţă parte.

Apar tehnologiile haptice care le permit oamenilor să atingă şi să pipăie obiecte şi alte persoane la distanţă. Aceste dispozitive *force-feedback* sunt larg folosite la jocuri şi de sistemele simulatoare pentru antrenament.

Jocurile interactive includ în mod curent mediul total vizual şi auditiv, însă un mediu satisfăcător mediul total tactil nu este deocamdată accesibil. Camerele de discuţii online de la sfârşitul anilor 1990 au fost înlocuite de medii virtuale în care poţi întâlni oameni în condiţiile unui realism vizual deplin.

Oamenii trăiesc experienţe sexuale la distanţă cu alte persoane, ca şi cu parteneri virtuali. Însă absenţa unui mediu total tactil *„surround"* a ţinut până în acest moment sexul virtual în afara curentului general. Partenerii virtuali sunt populari ca formă de divertisment sexual, însă seamănă mai curând cu nişte jocuri decât cu realitatea. Sexul la telefon este cu mult mai popular acum, când telefoanele asigură în mod curent imagini în mişcare de înaltă rezoluţie, în timp real, ale interlocutorului.

Afacerile şi economia

În ciuda corecţiilor ocazionale, cei zece ani de dinaintea lui 2009 au cunoscut o continuă expansiune economică şi prosperitate, datorită dominaţiei conţinutului de cunoaştere al produselor şi serviciilor. Cele mai mari câştiguri continuă să stea în valoarea acţiunilor bursiere. La începutul anilor 2000, deflaţia preţurilor i-a preocupat pe economişti, care şi-au dat seama rapid că era un lucru bun. Comunitatea din tehnologia de vârf a subliniat că o deflaţie semnificativă exista în industriile hardware-ului şi software-ului de mai mulţi ani, fără nicio repercusiune.

Statele Unite continuă să fie liderul economic datorită primatului lor în cultura populară şi mediului lor antreprenorial. Deoarece pieţele de informaţie sunt în marea lor majoritate pieţe mondiale, Statele Unite au beneficiat foarte mult de pe urma istoricului emigrării. Faptul de a avea o populaţie formată din

toate popoarele lumii – în special din descendenţi ai popoarelor din toate colţurile lumii care au înfruntat mari riscuri pentru o viaţă mai bună – reprezintă moştenirea ideală pentru o economie bazată pe cunoaştere. China s-a afirmat şi ea ca puternic jucător economic. Europa este cu câţiva ani înaintea Japoniei şi Coreei în adoptarea accentului pus de americani pe capitalul destinat noilor domenii, pe pachetele de acţiuni oferite salariaţilor şi pe politicile de impozitare care încurajează antreprenoriatul, cu toate că aceste practici au devenit populare în întreaga lume.

Cel puţin jumătate dintre tranzacţiile totale se realizează online. Asistenţii inteligenţi care combină recunoaşterea vorbirii continue, înţelegerea limbajului natural, rezolvarea problemelor şi personajele animate ajută la găsirea informaţiei, a răspunsurilor la întrebări şi la derularea tranzacţiilor. Asistenţii inteligenţi au devenit o interfaţă primară pentru interacţiunea cu serviciile pe bază de informaţii, cu o gamă largă de opţiuni la dispoziţie. Un sondaj recent arată că atât utilizatorii de sex masculin, cât şi cei de sex feminin preferă personajele feminine ca asistenţi computerizaţi inteligenţi. Cele mai populare două sunt Maggie, care spune

că este ospătăriţă la o cafenea din Harvard Square, şi Michelle, striperiţă din New Orleans. Creatorii de personaje sunt la mare căutare, ceea ce indică o arie a creşterii în dezvoltarea software.

Majoritatea achiziţiilor de cărţi, „albume" muzicale, jocuri şi alte forme de software nu implică un obiect fizic şi prin urmare au apărut noi modele de afaceri pentru distribuirea acestor forme ale informaţiei. Aceste genuri de obiecte de informaţii sunt achiziţionate „umblând" prin mall-uri virtuale, analizând şi selectând obiectele de interes, realizând rapid (şi în siguranţă) o tranzacţie online şi apoi descărcând repede informaţia prin mijloacele de comunicaţii fără fir, de mare viteză. Există multe tipuri de gradare a tranzacţiilor pentru obţinerea accesului la asemenea produse. Poţi să „cumperi" o carte, un album muzical, video etc. care să-ţi asigure acces permanent şi nelimitat. Pe de altă parte, poţi închiria acces pentru a citi, vedea sau asculta o dată sau de câteva ori. Ori poţi închiria acces cu minutul. Accesul poate să fie limitat pentru o persoană ori un grup de persoane (de exemplu, o familie sau o companie). Pe de altă parte, accesul poate fi limitat la un anumit computer sau la orice computer accesat de o anumită persoană sau de un grup de persoane.

Există o tendinţă accentuată în sensul separării geografice a grupurilor de lucru. Oamenii conlucrează cu succes, în ciuda faptului că trăiesc şi muncesc în locuri diferite.

Gospodăria obişnuită are peste o sută de computere, din care majoritatea este înglobată în electrocasnice şi inclusă în sistemele de comunicaţii. Au apărut roboţi casnici, dar nu sunt pe deplin acceptaţi.

Sunt în uz drumuri inteligente, în special pentru călătoriile la mare distanţă. Din momentul în care sistemul de ghidare a computerului automobilului se conectează la senzorii de control de pe una dintre aceste autostrăzi, poţi să te laşi pe spate şi să te relaxezi. Drumurile locale, în schimb, sunt în continuare predominant convenţionale.

O companie situată la vest de Mississippi şi la nord de linia Mason-Dixon a depăşit o mie de miliarde de dolari în capitalizare pe piaţă.

Politica și societatea

Intimitatea s-a afirmat ca principală temă politică. Utilizarea practic permanentă a tehnologiilor de comunicații electronice lasă urme foarte detaliate ale tuturor mișcărilor fiecărei persoane. Procesele, care au fost foarte numeroase, au plasat anumite constrângeri asupra distribuirii largi a datelor personale. Pe de altă parte însă, agențiile guvernamentale continuă să aibă dreptul de a obține acces la fișierele oamenilor, fapt ce s-a concretizat prin popularitatea codurilor imposibil de spart.

Există o mișcare neoludită în plină dezvoltare, în condițiile în care scara abilităților continuă să urce într-un ritm accelerat. La fel ca în cazul mișcărilor ludite anterioare, influența lor este limitată de nivelul de prosperitate devenit posibil grație noilor tehnologii. Mișcarea nu reușește să impună educația continuă drept principal asociat al asigurării unui loc de muncă.

Există o preocupare din ce în ce mai mare a unei subclase pe care scara abilităților a lăsat-o cu mult în urmă. Proporțiile subclasei par să fie stabile, însă. Deși lipsită de popularitate politică, subclasa este neutralizată politic prin asistența publică și nivelul în general ridicat de bogăție.

Artele

Calitatea superioară a monitoarelor de computer și a facilităților software-ului de vizualizare asistată de computer au făcut din ecranul computerului mediul preferat pentru artele vizuale. Cea mai mare parte a acestor arte reprezintă rezultatul colaborării între artiștii umani și software-ul lor artistic inteligent. A devenit populară pictura virtuală – afișaje uriașe atârnate pe pereți. În loc să prezinte în permanență aceeași lucrare de artă, ca în cazul unui tablou sau al unui afiș, aceste tablouri virtuale pot să schimbe lucrarea expusă la comanda vocală a utilizatorului sau pot să deruleze colecții de artă. Lucrările pot să aparțină unor artiști umani sau pot fi piese originale create în timp real de un software de artă cibernetică.

Muzicienii umani prezintă în mod obișnuit spectacole în compania muzicienilor cibernetici. Crearea muzicii a devenit

accesibilă tuturor persoanelor care nu sunt muzicieni, deoarece nu necesită obligatoriu coordonarea motorie, ca în din cazul utilizării comenzilor tradiţionale. Creaţia muzicală cibernetică le permite oamenilor care apreciază muzica dar nu au cunoştinţe şi practică în teoria muzicală să creeze muzică în colaborare cu software-ul de compunere automată. Muzica interactivă generată cerebral, care creează o rezonanţă între undele cerebrale ale utilizatorului şi compoziţia ascultată, constituie un alt gen popular.

Muzicienii folosesc în mod curent comenzi electronice care imită stilurile interpretative specifice vechilor instrumente acustice (de exemplu, pian, chitară, vioară, tobe), dar se manifestă o amplificare a interesului faţă de noile comenzi „aeriene", cu ajutorul cărora creezi muzică prin mişcări ale mâinilor, gurii şi altor părţi ale corpului. Anumite comenzi muzicale includ interacţiunea cu dispozitive special concepute.

Scriitorii folosesc procesarea activată vocal; corectorii gramaticali sunt utili, iar distribuirea documentelor scrise, de la articole până la cărţi, nu mai implică hârtie şi cerneală. Programele de perfecţionare a stilului şi de editare automată sunt larg folosite pentru îmbunătăţirea calităţii compoziţiei. De asemenea sunt larg folosite programele de traducere, pentru tălmăcirea lucrărilor scrise într-o multitudine de limbi străine. Pe de altă parte însă, procesul fundamental de creare a limbajului scris este mai puţin afectat de tehnologiile inteligente de software, comparativ cu artele vizuale şi cu muzica. Dar apar şi autori „cibernetici".

În afara înregistrărilor, imaginilor şi filmelor, cel mai popular tip de obiect de divertisment digital este reprezentat de software-ul de experienţă virtuală. Aceste medii virtuale interactive îţi permit să faci rafting pe râuri virtuale şi deltaplanorism într-un Mare Canion virtual sau să ai întâlniri intime cu vedeta de film preferată. Utilizatorii trăiesc de asemenea experienţa unor medii fantastice, fără corespondent în lumea reală. Trăirea experienţei vizuale şi auditive a realităţii virtuale este convingătoare, dar interacţiunea tactilă e în continuare limitată.

Războiul

Securitatea computației și a comunicațiilor e punctul principal de interes al Departamentului Apărării al Statelor Unite. Este în general recunoscut faptul că tabăra care poate să păstreze integritatea resurselor sale computaționale va domina câmpul de luptă.

În general, oamenii se află la mare distanță de teatrele de operațiuni. Războiul este dominat de dispozitive aeropurtate inteligente fără echipaj uman. Multe dintre aceste arme zburătoare au dimensiunile unei păsări mici sau chiar și mai reduse.

Statele Unite continuă să fie puterea militară dominantă pe glob, fapt acceptat în mare de restul lumii, majoritatea țărilor concentrându-se asupra competiției economice. Conflictele militare dintre state sunt rare, cele mai multe declanșându-se între autoritățile statale și bandele de teroriști. Amenințarea maximă pentru securitatea națională vine din partea armelor obținute prin bioinginerie.

Sănătatea și medicina

Tratamentele realizate prin mijloacele bioingineriei au redus numărul de victime ale cancerului, afecțiunilor cardiace și ale multor alte probleme de sănătate. Progrese semnificative au fost înregistrate și în înțelegerea bazei de procesare a informațiilor privitoare la boli.

Telemedicina este larg folosită. Medicii pot să consulte pacienții vizual, auditiv și haptic de la distanță. Clinicile de sănătate cu echipamente relativ necostisitoare și un singur tehnician pot să asigure asistență medicală în zone îndepărtate în care anterior medicii au fost rari.

Recunoașterea computerizată a tiparelor este folosită în mod curent pentru interpretarea datelor imagistice și a altor proceduri de diagnosticare. Utilizarea tehnologiilor de imagistică noninvazivă s-a extins substanțial. Diagnosticul presupune aproape întotdeauna colaborarea între medicul uman și un sistem-expert bazat pe recunoașterea tiparelor. Medicii consultă în mod curent

sisteme întemeiate pe cunoaştere (în general prin comunicare biunivocă vocală amplificată de afişaje vizuale), care asigură dirijarea automată, accesul la cele mai recente cercetări medicale şi recomandări de practică medicală.

Fişele medicale pe toată viaţa ale pacienţilor sunt păstrate în baze de date. Îngrijorarea privitoare la accesul la aceste fişe (ca şi în cazul altor baze de date conţinând informaţii personale) s-a manifestat ca temă majoră.

Medicii se pregătesc în mod obişnuit în medii de realitate virtuală, care includ o interfaţă haptică. Aceste sisteme simulează experienţa vizuală, auditivă şi tactilă a procedurilor medicale, inclusiv a intervenţiilor chirurgicale. Există pacienţi virtuali pentru educaţia medicală continuă, pentru studenţii la medicină şi pentru persoanele care vor să se joace de-a doctorul.

Filosofia

Se manifestă un interes renăscut faţă de Testul Turing, propus pentru prima oară de Alan Turing în anul 1950 ca mijloc de testare a inteligenţei unei maşini. Ne reamintim că Testul Turing are în vedere o situaţie în care un judecător uman intervievează un computer şi mai mulţi „martori" umani, comunicând şi cu unul, şi cu ceilalţi pe linii de terminal. Dacă judecătorul uman nu poate să îşi dea seama care este omul şi care maşina, se consideră că maşina posedă o inteligenţă de nivel uman. Deşi computerele încă dau greş la acest test, există o încredere tot mai mare că vor ajunge în situaţia de a-l trece în decurs de unul sau două decenii.

Se fac speculaţii serioase cu privire la potenţiala sensibilitate (respectiv conştiinţă) a computerelor. Inteligenţa lor tot mai evidentă a dat un imbold interesului faţă de filosofie.

Hei, Molly.

A! DECI ACUM MĂ STRIGI.

Păi s-a terminat capitolul şi nu ştiam nimic despre tine.

SCUZE, TERMINAM DE VORBIT LA TELEFON CU LOGODNICUL MEU.

Hei, felicitări, minunat. De când îl cunoşti...

PE BEN, NUMELE LUI ESTE BEN. NE-AM CUNOSCUT ACUM VREO ZECE ANI, IMEDIAT DUPĂ CE AI TERMINAT CARTEA ACEASTA.

Înţeleg. Cum m-am descurcat?

AI REUŞIT SĂ VINZI VREO CÂTEVA EXEMPLARE.

Nu, mă refer la predicţii.

NU PREA BINE. TELEFOANELE-TRANSLATOR, ÎN PRIMUL RÂND, SUNT CAM RIDICOLE. ADICĂ O DAU ÎN BARĂ SISTEMATIC.

Dar îmi face impresia că se folosesc totuşi.

PĂI SIGUR, CUM ALTFEL AŞ PUTEA SĂ VORBESC ÎN IEPER, BELGIA, CU TATĂL LOGODNICULUI MEU, CARE NU ŞI-A BĂTUT CAPUL SĂ ÎNVEŢE ENGLEZA?

Desigur. Şi altceva?

AU ZIS CĂ S-AU REDUS CAZURILE DE CANCER, DAR ESTE PUŢIN SPUS. TRATAMENTELE OBŢINUTE PRIN BIOINGINERIE, ÎN SPECIAL MEDICAMENTELE ANTIANGIOGENEZĂ CARE ÎMPIEDICĂ CREŞTEREA CAPILARELOR LA NIVELUL TUMORILOR, AU ELIMINAT CEA MAI MARE PARTE A FORMELOR DE CANCER CA PRINCIPALĂ CAUZĂ DE DECES.[6]

Au existat atât de multe speranţe false în privinţa tratamentelor contra cancerului şi atât de multe abordări promiţătoare care s-au dovedit a fi drumuri închise, încât pur şi simplu nu am fost dispus să fac această afirmaţie. De asemenea, pur şi simplu nu au existat suficiente dovezi când am scris cartea, în 1998, pentru a face această predicţie spectaculoasă.

ASTA NU CĂ TE-AI FI FERIT DE PREDICŢII SPECTACULOASE.

Predicţiile pe care le-am făcut au fost cât se poate de conservatoare, de fapt, şi s-au bazat pe tehnologii şi tendinţe pe care le puteam atinge şi pipăi. Am fost desigur conştient de mai multe abordări promiţătoare ale unor tratamente ale cancerului obţinute prin bioinginerie, însă lucrurile stăteau încă destul de serios sub semnul întrebării, dat fiind istoricul cercetărilor în domeniul cancerului. În orice caz, cartea s-a ocupat doar tangenţial de bioinginerie, cu toate că aceasta este în mod evident o tehnologie bazată pe informaţie.

ACUM, ÎN LEGĂTURĂ CU SEXUL.

Vorbind despre problemele de sănătate...

DA, PĂI AI SPUS CĂ PARTENERII VIRTUALI AR FI POPULARI, DAR EU NU VĂD ASTA.

S-ar putea să se întâmple din cauza cercului în care te mişti.

AM UN CERC FOARTE MIC – CEL MAI MULT AM VRUT SĂ-L FAC PE BEN SĂ SE CONCENTREZE ASUPRA NUNŢII.

Da, povesteşte-mi.

ESTE FOARTE ROMANTIC. ÎMI TRIMITE SCRISORI PE HÂRTIE!

Este foarte romantic. Deci cum a decurs discuţia telefonică pe care am întrerupt-o?

AM PROBAT CĂMAŞA DE NOAPTE PE CARE MI-A TRIMIS-O. AM CREZUT CĂ O SĂ-I FACĂ PLĂCERE, DAR A FOST CAM ENERVANT.

Presupun că o să-ţi termini ideea.

PĂI AR FI VRUT SĂ LAS BRETELELE SĂ ALUNECE, MĂCAR PUŢIN. DAR SUNT CAM RUŞINOASĂ LA TELEFON. NU-MI PREA PLACE IDEEA CU SEXUL LA TELEFON, CA UNORA DINTRE PRIETENII MEI.

Oh, deci am nimerit-o şi cu predicţia asta.

ÎN ORICE CAZ, I-AM SPUS SĂ FOLOSEASCĂ TRANSFORMERII DE IMAGINE.

Transformeri?

ŞTII, MĂ POATE DEZBRĂCA NUMAI LA CAPĂTUL TRANSFORMERULUI.

Oh, da, desigur. Computerul îţi modifică imaginea în timp real.

EXACT. POŢI SĂ SCHIMBI CHIPUL, CORPUL, ÎMBRĂCĂMINTEA CUIVA SAU MEDIUL CU CINEVA SAU CU CEVA ABSOLUT DIFERIT ŞI INTERLOCUTORUL NICI SĂ NU ŞTIE.

Hmmmm.

ÎN SFÂRŞIT, L-AM SURPRINS PE BEN DEZBRĂCÂND-O PE VECHEA LUI IUBITĂ CÂND L-A SUNAT SĂ-L FELICITE PENTRU LOGODNĂ. EA HABAR N-AVEA, IAR EL S-A GÂNDIT CĂ ERA CEVA INOFENSIV. N-AM VORBIT CU EL O SĂPTĂMÂNĂ.

Păi, devreme ce s-a întâmplat numai la el...

CINE ŞTIE CE FĂCEA ŞI EA ÎN PARTEA EI.

Păi asta e treaba ei, nu? Câtă vreme nu ştie unul ce face celălalt.

NU SUNT CONVINSĂ CĂ NU ŞTIAU, OAMENII PETREC MULT TIMP ÎMPREUNĂ, APROPIAŢI, DARMITE LA DISTANŢĂ, DACĂ MĂ ÎNŢELEGI CE VREAU SĂ SPUN.

Folosind afişajele?

NOI LE SPUNEM PORTALURI – POŢI SĂ PRIVEŞTI PRIN ELE, DAR NU POŢI ATINGE.

Înţeleg, deci tot nu te interesează sexul virtual?

PERSONAL, NU. ADICĂ E ABSOLUT PATETIC. DAR A TREBUIT SĂ SCRIU O BROŞURĂ DESPRE MEDIUL SENZUAL DIN REALITATEA VIRTUALĂ. CUM MĂ AFLU LA CAPĂTUL LANŢULUI TROFIC, NU PREA POT SĂ-MI ALEG SINGURĂ TEMELE.

Ai încercat produsul?

NU L-AM ÎNCERCAT PROPRIU-ZIS. M-AM UITAT DOAR. AŞ SPUNE CĂ S-AU STRĂDUIT MAI MULT LA FETELE VIRTUALE DECÂT LA BĂRBAŢI.

Şi cum a ieşit campania?

PRODUSUL S-A FÂSÂIT. VREAU SĂ SPUN CĂ PIAŢA E ÎNECATĂ.

Da, nu poţi să câştigi tot timpul.

NU, DAR UNA DINTRE PREDICŢIILE TALE A MERS FOARTE BINE. ŢI-AM URMAT SFATUL ÎN PRIVINŢA COMPANIEI DE LA NORD DE LINIA MASON-DIXON. ŞI N-AM DE CE SĂ MĂ PLÂNG.

Pariez că s-au vândut o mulţime de acţiuni.

DA, BĂRCILE CRESC ÎN CONTINUARE.

În regulă – şi altceva?

AI AVUT DREPTATE ÎN PRIVINŢA PERSOANELOR CU DIZABILITĂŢI. COLEGUL MEU DE BIROU ESTE SURD, DAR ASTA NU E NICI PE DEPARTE O PROBLEMĂ. ÎN ZILELE NOASTRE NU EXISTĂ VREUN LUCRU IMPORTANT PE CARE SĂ NU-L POATĂ FACE ŞI O PERSOANĂ OARBĂ SAU SURDĂ.

Acest fapt era cât se poate de valabil în 1999.

CRED CĂ ACUM DIFERENŢA E CĂ PUBLICUL ÎNŢELEGE. ESTE MULT MAI EVIDENT CU TEHNOLOGIA DIN ZILELE NOASTRE. DAR E IMPORTANT SĂ SE ÎNŢELEAGĂ.

Desigur, fără tehnologie rămânem cu o groază de idei greşite şi prejudecăţi.

ADEVĂRAT. CRED CĂ TREBUIE SĂ ÎNCHID, ÎL VĂD PE BEN PE APEL.

Seamănă cu un Saint Bernard.

AH, AM LĂSAT TRANSFORMERUL DE IMAGINE ACTIVAT. UITE, O SĂ TE LAS SĂ-L VEZI CUM ARATĂ ÎN REALITATE.

Hei, chipeş omul. Păi ce să-ţi spun, succes. Pari că te-ai schimbat.

SPER.

Vreau să spun că relaţia noastră s-a schimbat.

PĂI SUNT ŞI EU MAI BĂTRÂNĂ CU ZECE ANI.

Şi s-ar părea că numai eu pun întrebări.

AŞ ZICE CĂ ACUM EU SUNT EXPERTUL. ÎŢI POT SPUNE NUMAI CE VĂD. DAR CUM DE EŞTI BLOCAT TOT ÎN 1999?

Mă tem că deocamdată nu pot să plec de aici. În primul rând, trebuie să scot cartea.

MĂ DESCUMPĂNEŞTE CEVA. CUM SE FACE CĂ POŢI SĂ VORBEŞTI CU MINE DIN 1999, CÂND EU SUNT ÎN 2009? CE FEL DE TEHNOLOGIE MAI E ŞI ASTA?

Oh, este o tehnologie foarte veche. Se numeşte licenţă poetică.

Capitolul zece

2019

Cine încalecă un elefant sălbatic se duce unde merge elefantul sălbatic.

– Randolph Bourne

Nu-ţi este de niciun folos să nu iei în calcul un dragon atunci când trăieşti lângă el.

– J.R.R. Tolkien

Computerul însuşi

Acum, computerele sunt în majoritatea lor invizibile. Sunt înglobate peste tot – în pereţi, mese, scaune, birouri, îmbrăcăminte, bijuterii şi trupuri. În mod curent, oamenii folosesc afişaje tridimensionale încorporate în ochelari[1] sau în lentilele de contact. Aceste afişaje „direct pe ochi" creează medii virtuale vizuale extrem de realiste, suprapuse peste mediul „real" O asemenea tehnologie de afişare proiectează imaginile direct pe retina umană, depăşeşte rezoluţia vederii omului şi este larg folosită, indiferent de starea vederii. Afişajele direct-pe-ochi operează în trei moduri:

1. *Afişajul direcţionat de cap.* Imaginile de pe afişaj sunt statice în raport cu poziţia şi orientarea capului. Când mişti capul, afişajul se deplasează în raport cu mediul real. Acest mod este folosit adeseori pentru interacţiunea cu documente virtuale.
2. *Afişajul de realitate virtuală suprapus.* Imaginile afişate se succed când mişti sau întorci capul, astfel încât oamenii, obiectele şi mediul virtual par să rămână staţionare în raport cu mediul real (pe care îl poţi vedea în continuare). Astfel, dacă afişajul direct-pe-ochi îţi prezintă imaginea unei persoane (care poate fi o persoană reală aflată la depărtare din punct de vedere geografic,

cu care porți o conversație telefonică vizuală tridimensională, ori o persoană „simulată", generată de computer), această persoană proiectată va părea că se află într-un anumit loc în raport cu mediul real, pe care de asemenea îl vezi. Când miști capul, persoana proiectată va părea să rămână în același loc în raport cu mediul real.

3. *Afișaj cu blocarea realității virtuale.* Este similar cu afișajul de realitate virtuală suprapus, cu excepția faptului că mediul real e blocat, astfel încât vezi numai mediul virtual proiectat. Folosești acest mod pentru a părăsi realitatea „reală" și a pătrunde în mediul realității virtuale.

Pe lângă lentilele optice, există și lentile audio, care plasează sunete de înaltă rezoluție în locuri precise din mediul tridimensional. Acestea pot fi înglobate în ochelari, pot fi purtate ca bijuterii sau pot fi implantate în canalul auditiv.

Tastaturile sunt rare, cu toate că există în continuare. În cea mai mare parte, interacțiunea cu capacitățile de operare se realizează prin gesturi ale mâinilor, degetelor și prin expresii faciale sau prin comunicarea verbală biunivocă în limbaj natural. Oamenii comunică cu computerele la fel cum ar face-o cu un asistent uman, atât verbal, cât și prin expresii vizuale. O atenție deosebită se acordă identității asistenților personali computerizați, aici existând numeroase opțiuni. Utilizatorii pot să modeleze personalitatea asistentului inteligent după aceea a unor persoane reale, inclusiv după a lor proprie, sau pot să aleagă o combinație de trăsături provenind de la o varietate de personalități publice ori prieteni și colaboratori.

De regulă, oamenii nu dețin un singur „computer personal", deși computarea reprezintă ceva foarte personal. Computarea și comunicarea pe lățimi de bandă extrem de mari sunt înglobate pretutindeni. În mare parte, cablurile au dispărut.

Capacitatea computațională a unui dispozitiv de 4.000 de dolari (la valoarea din 1999) este aproximativ egală cu capacitatea computațională a creierului uman (20 de milioane de miliarde de operații pe secundă).[2] Din capacitatea totală de calcul a

speciei umane (respectiv a tuturor creierelor umane), combinată cu tehnologia de calcul care a fost construită de specie, peste 10 la sută este nonumană.[3] Memoriile rotative şi alte mecanisme electromecanice din computere au fost înlocuite în totalitate cu dispozitive electronice. Reţelele tridimensionale de nanotuburi reprezintă acum forma prevalentă a circuitelor de calcul.

Majoritatea operaţiilor realizate de computere sunt acum atribuite unor reţele neuronale masiv paralele şi algoritmilor genetici.

Progrese semnificative au fost realizate în retroingineria bazată pe scanarea creierului uman. Acum este recunoscut deschis faptul că creierul e alcătuit din multe regiuni specializate, fiecare având propria topologie şi arhitectură a conexiunilor interneuronale. Algoritmii masiv paraleli încep să fie înţeleşi, iar rezultatele au fost aplicate deja în proiectarea reţelelor neuronale ale maşinilor. Este recunoscut faptul că nici codul genetic uman nu semnalează conectarea interneuronală a vreuneia dintre aceste regiuni, ci mai degrabă declanşează un proces evolutiv rapid, prin care se realizează conexiuni ce luptă între ele pentru supravieţuire. Procesul-standard pentru conectarea reţelelor neuronale ale maşinilor foloseşte un algoritm genetic evoluţionist similar.

O nouă tehnologie de imagistică optică aflată sub controlul computerului foloseşte dispozitive de difracţie cuantice şi a înlocuit majoritatea lentilelor cu dispozitive care pot detecta undele luminoase din orice unghi. Aceste camere cât vârful acului sunt prezente pretutindeni.

Maşini autonome realizate de nanoinginerie pot să-şi controleze propria mobilitate şi conţin importante motoare computaţionale. Aceste maşini microscopice încep să capete aplicaţii comerciale, mai ales în controlul fabricaţiei şi al proceselor, însă deocamdată nu sunt de largă folosinţă.

Educaţia

Afişajele de mână sunt extrem de subţiri, de foarte mare rezoluţie şi cântăresc numai câteva zeci de grame. Oamenii citesc

documente fie pe afişajele de mână, fie, mai obişnuit, sub formă de text proiectat pe mediul virtual omniprezent, folosindu-se afişajele direct-pe-ochi. Cărţile şi documentele pe hârtie sunt folosite sau accesate arareori. Documentele importante de pe hârtie au fost scanate în cea mai mare parte a lor şi sunt disponibile pe reţelele fără fir.

Învăţarea se realizează mai ales cu profesori simulaţi pe bază de softuri. În măsura în care ea se face de către profesori umani, cel mai adesea aceştia nu se află în imediata apropiere a elevilor. Profesorii sunt consideraţi mai curând mentori şi consilieri decât surse de învăţare şi cunoaştere.

Elevii continuă să se adune pentru a schimba idei şi a socializa, cu toate că până şi aceste întâlniri au loc adeseori la distanţă din punct de vedere fizic şi geografic.

Toţi elevii folosesc tehnica de calcul. Computaţia este prezentă pretutindeni, în general, astfel încât faptul că un elev nu are un computer rareori constituie o problemă.

Cea mai mare parte a lucrătorilor umani adulţi îşi petrec majoritatea timpului însuşindu-şi noi abilităţi şi cunoştinţe.

Dizabilităţile

Persoanele oarbe folosesc de obicei sisteme de citire-navigaţie înglobate în ochelari, care includ noii senzori optici de înaltă rezoluţie, cu control digital. Aceste sisteme pot să citească texte în lumea reală, cu toate că, majoritatea textelor fiind de-acum electronice, transferul imprimat-verbal reprezintă într-o mai mică măsură o condiţie. Funcţia de navigaţie a acestor sisteme, care au apărut în urmă cu circa zece ani, este perfecţionată acum. Aceşti asistenţi automatizaţi de citire-navigare comunică cu utilizatorii orbi atât verbal, cât şi prin intermediul unor indicatori tactili. Sistemele acestea sunt de asemenea larg folosite de persoanele cu vedere normală, deoarece asigură o interpretare la înaltă rezoluţie a lumii vizuale.

Au apărut implanturi neuronale retiniene şi vizuale, dar ele sunt marcate de limitări şi sunt folosite numai de un procent redus de persoane oarbe.

Persoanele surde citesc în mod curent ceea ce spun ceilalţi oameni, prin intermediul afişajelor lenticulare dedicate lor. Acestea sunt sisteme ce asigură interpretări vizuale şi tactile pentru alte experienţe auditive, cum ar fi muzica, însă este în curs o dezbatere referitoare la măsura în care sistemele cu pricina prilejuiesc trăirea unei experienţe comparabile cu aceea a unei persoane care aude normal. Implanturile cohleare şi de alte feluri pentru îmbunătăţirea auzului sunt foarte eficiente şi larg folosite.

Persoanele paraplegice şi unele persoane cvadriplegice se deplasează şi urcă scări în mod curent, prin intermediul stimulării nervoase controlate de computer şi al dispozitivelor robotice exoscheletice.

În general, dizabilităţi precum cecitatea, surzenia şi paraplegia rămân inobservabile şi nu sunt considerate semnificative.

Comunicaţiile

Poţi face practic orice cu oricine, indiferent de proximitatea fizică. În acest domeniu, tehnologia este uşor de folosit şi omniprezentă.

Apelurile „telefonice" includ de obicei imagini tridimensionale de înaltă rezoluţie, proiectate prin intermediul afişajelor direct-pe-ochi şi al lentilelor auditive. Au apărut, de asemenea, afişaje holografice tridimensionale. În ambele cazuri, utilizatorii se simt ca şi cum ar fi fizic alături de interlocutori. Rezoluţia egalează sau depăşeşte acuitatea vizuală umană. Astfel, o persoană poate să fie păcălită în privinţa prezenţei sau absenţei fizice în imediata apropiere a unei alte persoane sau dacă imaginea acesteia este pur şi simplu proiectată prin intermediul comunicaţiilor electronice. Majoritatea „întâlnirilor" nu necesită proximitatea fizică.

Tehnologia de comunicaţii obişnuită accesibilă în mod curent cuprinde traducerea verbal-verbal pentru majoritatea perechilor de limbi.

Citirea cărţilor, revistelor, ziarelor şi a altor documente web, audierea muzicii, urmărirea imaginilor tridimensionale în mişcare (de exemplu, televiziune, film), angajarea în apeluri telefonice

vizuale tridimensionale, pătrunderea în medii virtuale (de unul singur sau împreună cu alte persoane, care se pot afla la depărtare din punct de vedere geografic) şi diverse combinaţii ale acestor activităţi sunt toate realizate prin intermediul omniprezentelor comunicaţii web şi nu necesită echipamente, dispozitive sau obiecte care nu sunt purtate sau implantate.

Mediul tactil atotcuprinzător este actualmente larg disponibil şi pe deplin convingător. Rezoluţia sa o egalează sau o depăşeşte pe cea a atingerii umane şi poate să simuleze (şi să stimuleze) toate faţetele simţului tactil, inclusiv simţul presiunii, temperaturii, texturii şi umezelii. Cu toate că aspectele vizuale şi auditive ale realităţii virtuale implică numai dispozitive pe care le ai pe sau în corp (lentilele direct-pe-ochi şi lentilele auditive), mediul haptic „total touch" necesită pătrunderea într-o cabină de realitate virtuală. Aceste tehnologii sunt populare pentru consultaţiile medicale, dar şi pentru interacţiunile senzuale şi sexuale cu alţi parteneri umani sau simulaţi. De fapt, ele reprezintă adeseori modul preferat de interacţiune, chiar şi când în apropiere se află un partener uman, datorită capacităţii lor de amplificare atât a experienţei, cât şi a siguranţei.

Afacerile şi economia

Expansiunea economică rapidă şi prosperitatea au continuat.

Majoritatea tranzacţiilor includ o persoană simulată, cu un aspect fizic animat realist, şi comunicaţii vocale biunivoce, cu înţelegerea la nivel înalt a limbajului natural. Adeseori, nu este implicată nicio persoană umană, deoarece omul poate să îşi pună asistentul personal să realizeze tranzacţiile în numele lui, cu alte personaje automatizate. În acest caz, asistenţii sar peste limbajul natural şi comunică direct prin schimbul de structuri de cunoaştere adecvate.

Roboţii casnici pentru curăţenie şi pentru alte munci sunt actualmente omniprezenţi şi siguri.

S-a constatat că sistemele automate de şofat sunt cât se poate de sigure şi au fost instalate pe aproape toate drumurile. În vreme ce oamenilor le este permis în continuare să şofeze pe drumurile

locale (nu şi pe autostrăzi), sistemele automate de şofat sunt întotdeauna angajate şi pregătite să preia controlul atunci când e nevoie, pentru prevenirea accidentelor. S-au efectuat demonstraţii cu vehicule zburătoare personale eficiente (microflapsuri), controlate în principal de computer. Există foarte puţine accidente de transport.

Politica şi societatea

Oamenii încep să aibă relaţii cu personajele automate, fie ele însoţitori, profesori, îngrijitori sau parteneri. Personajele automate sunt superioare omului în anumite privinţe – de exemplu au memorii foarte sigure şi, dacă este necesar, personalităţi predictibile (şi programabile). Deocamdată nu sunt considerate egalele omului în subtilităţile personalităţii lor, cu toate că există dezacorduri sub acest aspect.

Privitor la influenţa inteligenţei maşinilor, un curent subteran de îngrijorare devine tot mai evident. Continuă să existe diferenţe între inteligenţa oamenilor şi cea a maşinilor, însă avantajele inteligenţei umane devin mai dificil de identificat şi de articulat. Inteligenţa computerelor este temeinic întreţesută în mecanismele civilizaţiei şi e concepută să fie supusă într-un mod deschis controlului uman aparent. Pe de o parte, tranzacţiile şi deciziile umane impun prin lege existenţa unui agent uman responsabil, chiar dacă sunt iniţiate exclusiv de inteligenţa maşinii. Pe de altă parte, puţine decizii se iau în lipsa unei implicări şi consultări semnificative cu aceasta din urmă.

Spaţiile publice şi private sunt monitorizate în mod curent de inteligenţa maşinilor pentru prevenirea violenţei interpersonale. Oamenii încearcă să îşi protejeze intimitatea cu ajutorul unor tehnologii de criptare aproape imposibil de decriptat, intimitatea continuând să reprezinte o temă politică şi socială majoră. Practic orice mişcare a oricărui individ este stocată undeva într-o bază de date.

Existenţa subclasei umane continuă ca subiect. Cu toate că există suficientă prosperitate care să asigure satisfacerea necesităţilor de bază (siguranţa locuinţelor şi alimentaţia, printre altele)

fără a supune economia la eforturi deosebite, persistă vechile controverse legate de subiectele responsabilității și oportunității. Subiectele sunt complicate de o componentă în creștere a tuturor angajatorilor, reprezentată de îngrijorarea privind învățarea și achiziția de abilități de către salariați. Cu alte cuvinte, diferența dintre cei care sunt angajați „productiv" și cei care nu sunt nu este întotdeauna clară.

Artele

Apar și sunt luați în serios artiști virtuali în toate artele. Acești artiști cibernetici din domeniul artelor vizuale, muzicieni și autori, sunt de obicei asociați cu oameni sau organizații (care, la rândul lor, reprezintă colaborări dintre oameni și mașini) care au contribuit la baza și tehnicile de cunoaștere. Pe de altă parte, interesul față de producțiile acestor mașini creative a depășit simplul caracter de noutate reprezentat de faptul că mașinile sunt creative.

Arta vizuală, muzicală și literară creată de artiștii umani implică de obicei o colaborare între inteligența umană și cea a mașinii.

Tipul de produs artistic și de divertisment la cea mai mare căutare (măsurată după veniturile generate) continuă să fie soft-urile de experiență virtuală, care merg de la simularea unor experiențe „reale", până la medii abstracte, cu un corolar redus sau chiar fără corolar în lumea fizică.

Războiul

Amenințarea principală la adresa securității vine din partea grupurilor mici, care combină inteligența umană cu inteligența mașinilor, folosind comunicarea codificată imposibil de decriptat. Amenințările cuprind (1) subminarea canalelor de informații publice cu ajutorul virusurilor pentru softuri și (2) agenții patogeni obținuți prin mijloacele bioingineriei.

Majoritatea armelor zburătoare sunt minuscule – unele cât insectele –, efectuându-se cercetări în domeniul armelor zburătoare microscopice.

Sănătatea şi medicina

Multe dintre procesele vitale codificate în genomul uman, care a fost descifrat cu mai bine de un deceniu în urmă, sunt actualmente înţelese în amănunt, laolaltă cu mecanismele de procesare a informaţiilor care stau la baza îmbătrânirii şi a unor afecţiuni degenerative, cum ar fi cancerul şi afecţiunile cardiace. Durata de viaţă – care, ca urmare a primei Revoluţii Industriale (din 1780 până în 1900) şi a primei faze a celei de a doua (secolul XX) aproape s-a dublat de la mai puţin de patruzeci de ani – a crescut acum din nou, ajungând la peste o sută de ani.

Este recunoscut din ce în ce mai mult pericolul accesului larg la tehnologia bioingineriei. Există mijloacele pentru ca orice persoană cu un nivel de cunoştinţe şi cu echipamente accesibile unui student obişnuit de la cursurile postuniversitare să creeze agenţi patogeni cu un enorm potenţial distructiv. Faptul că acest potenţial este compensat într-o oarecare măsură de progrese comparabile în domeniul tratamentelor antivirale obţinute tot prin bioinginerie reprezintă o contrapondere neliniştitoare şi devine subiectul central de interes al agenţiilor internaţionale de securitate.

Sunt larg folosite monitoare computerizate ale stării de sănătate, încorporate în ceasuri, bijuterii şi îmbrăcăminte, care pot să diagnosticheze atât afecţiuni acute, cât şi cronice. Pe lângă diagnosticare, aceste monitoare asigură o gamă largă de recomandări şi intervenţii cu scop de remediere.

Filosofia

Există relatări convingătoare potrivit cărora computerele trec Testul Turing, deşi aceste situaţii nu corespund criteriilor (privitoare la sofisticarea judecătorului uman, la intervalul de timp necesar pentru derularea interviurilor etc.) stabilite de observatori în cunoştinţă de cauză. Este un consens că încă nu există un computer care să fi trecut un Test Turing valid, dar controversa pe acest subiect e în creştere.

Experienţa subiectivă a inteligenţei computerelor este discutată serios, cu toate că drepturile inteligenţei maşinilor nu au ajuns încă în dezbaterea largă a societăţii. Inteligenţa maşinilor este în continuare, în mare măsură, produsul colaborării dintre oameni şi maşini şi a fost programată să întreţină o relaţie de supunere faţă de specia care a creat-o.

ÎN REGULĂ, AICI SUNT. SCUZE CĂ AM FOST DISTRATĂ ACUM ZECE ANI.

Nicio problemă. Ce-ai mai făcut?

SUNT BINE – OCUPATĂ, DAR MĂ DESCURC. MĂ PREGĂTESC PENTRU A ZECEA ANIVERSARE A BĂIATULUI MEU.

Oh, deci erai însărcinată ultima oară când am vorbit.

NU SE VEDEA ÎNCĂ, DAR LA NUNTĂ LUMEA A OBSERVAT.

El ce mai face?

BINE, DAR E GREU SĂ ŢII PASUL CU JEREMY.

Nu pare ceva prea neobişnuit.

ÎN SFÂRŞIT, L-AM GĂSIT PE JEREMY SĂPTĂMÂNA TRECUTĂ CU O FEMEIE ÎN TOATĂ FIREA, CAM DE VÂRSTA MEA. SĂ SPUNEM DOAR CĂ NU AVEA TOATE HAINELE PE EA.

Oh, chiar aşa?

S-A DOVEDIT A FI ÎNVĂŢĂTOAREA LUI DIN CLASA A PATRA.

Uau, şi ce făcea?

PĂI LIPSISE PENTRU CĂ FUSESE BOLNAV ŞI EA ÎI DĂDEA TEMELE.

Fără să aibă toate hainele pe ea?

OH, EA HABAR N-AVEA.

Ah, desigur, transformerii de imagine, uitasem.

NU AR TREBUI SĂ AIBĂ ACCES LA ACEŞTI TRANSFORMERI. DAR SE PARE CĂ A FĂCUT ROST DE LA UN PRIETEN DE UN PATCH DE OCOLIRE A CONTROLULUI PARENTAL. NU VREA SĂ SPUNĂ DE LA CINE.

Sunt lucruri care nu se schimbă.

CRED CĂ ACUM AM ACTIVAT CONTROLUL DIN NOU.

Bine – şi ai discutat despre acest lucru cu învăţătoarea?

CU MISS SIMON? OH, DUMNEZEULE, NU.

Vreo pedeapsă, ceva?

ACTIVAREA OCOLIRII CONTROLULUI PARENTAL NU ESTE TOLERATĂ ÎN CASĂ LA NOI. JEREMY ARE INTERDICŢIE O LUNĂ LA SENSORIUM.

Pare să fie ceva serios. Sensorium? E vreo chestie de realitate virtuală?

DE FAPT, SENSORIUM E UN NUME DE MARCĂ PENTRU MEDIUL TACTIL TOTAL PE CARE ÎL AVEM. ESTE UN NOU MODEL, CU O TEHNOLOGIE OLFACTIVĂ ÎMBUNĂTĂŢITĂ. ÎN CEEA CE PRIVEŞTE REALITATEA VIZUAL-AUDITIVĂ, ESTE ACTIVAT PERMANENT PENTRU ACCESUL PE LENTILE, DECI NU TREBUIE SĂ FOLOSEŞTI NIMIC SPECIAL.

Bine – şi ce face în Sensorium?

OH, KICK BOXING, LUPTE GALACTICE, CHESTIILE OBIŞNUITE PENTRU UN BĂIAT DE ZECE ANI. ÎN ULTIMA VREME, SE JOACĂ DE-A DOCTORUL.

Oh, pare precoce.

CRED CĂ VREA DOAR SĂ NE PUNĂ RĂBDAREA LA ÎNCERCARE.

Şi incidentul cu Miss Simon s-a petrecut tot în Sensorium?

NU, ERA DOAR O CONVORBIRE TELEFONICĂ ÎN REALITATEA VIRTUALĂ. JEREMY ERA AICI, ÎN BUCĂTĂRIE. O AŞEZASE PE MISS SIMON PE MASA DE BUCĂTĂRIE.

Păi dacă se uita la imaginea ei transformată folosindu-şi lentilele de realitate virtuală, cum aţi putut voi să o vedeţi?

PĂI AVEM ACCES LA MEDIILE DE REALITATE VIRTUALĂ ALE COPILULUI PÂNĂ LA VÂRSTA DE PAISPREZECE ANI.

Înţeleg, deci vă aflaţi simultan în propriul mediul de realitate virtuală şi în cel al copilului?

DA, ŞI NU UITA DE REALITATEA REALĂ – NU CĂ REALITATEA VIRTUALĂ NU AR FI REALĂ.

Nu produce confuzie să vezi şi să auzi toate mediile acestea diferite suprapunându-se unul peste altul?

NU AUZIM MEDIILE VIRTUALE ALE COPIILOR. NE-AR ÎNNEBUNI ZGOMOTUL, IAR COPIII AU NEVOIE ŞI EI DE INTIMITATEA LOR. PUTEM SĂ-I AUZIM NUMAI ÎN REALITATEA REALĂ ŞI ÎN PROPRIA NOASTRĂ REALITATE VIRTUALĂ. ŞI PUTEM SĂ INTRĂM ŞI SĂ IEŞIM DIN REALITĂŢILE VIRTUALE VIZUALE ALE COPIILOR NOŞTRI. DECI AM INTRAT ŞI AM DAT PESTE MISS SIMON.

Şi pentru ce l-aţi mai pedepsit?

ACUM TREI LUNI, BLOCA ACCESUL LA REALITATEA VIRTUALĂ A COPILULUI. CRED CĂ A LUAT ŞI ASTA DE LA ACELAŞI PRIETEN.

Nu sunt sigur că l-aş considera vinovat. Nu cred că aş vrea ca mama să se uite în realitatea mea virtuală tot timpul.

NU NE UITĂM TOT TIMPUL; DE FAPT, SUNTEM CHIAR FOARTE SELECTIVI. ÎNSĂ TOT TREBUIE SĂ ŞTIM DE EL, ÎN ZILELE NOASTRE. NU AVEM PROBLEMA ASTA CU FATA, CU EMILY.

Care are...

A FĂCUT ŞASE ANI LUNA TRECUTĂ. E O SCUMPĂ. DEVOREAZĂ CĂRŢILE.

E impresionant la şase ani. Le citeşte singură?

SINGURĂ? PĂI CUM SĂ LE CITEASCĂ ALTFEL?

Ai putea să i le citeşti tu.

MAI FAC ASTA UNEORI. ÎNSĂ EMILY CONSIDERĂ CĂ NU O FAC DESTUL DE BINE. AŞA CĂ ÎL PUNE SĂ I LE CITEASCĂ PE HIPOPOTAMUL HARRY, IAR EL FACE EXACT CE VREA EA ŞI NICI NU O REPEDE. BINE, CĂ NU AŞ VREA UN HIPOPOTAM PE MASA MEA DIN BUCĂTĂRIE.

Cel puţin nu alături de Miss Simon, parţial îmbrăcată.

ÎNCEPE SĂ FIE FOARTE AGLOMERATĂ MASA ASTA.

Deci când îi citeşte hipopotamul Harry, Emily îl urmăreşte pe cartea virtuală.

POATE FIE SĂ-L URMĂREASCĂ EA, FIE SĂ ACTIVEZE SUBLINIEREA. COPIII ÎŞI PUN PRIETENUL VIRTUAL SĂ LE CITEASCĂ, ÎN TIMP CE EI URMĂRESC PE CĂRŢILE VIRTUALE CU SUBLINIEREA ACTIVATĂ. MAI TÂRZIU DEZACTIVEAZĂ SUBLINIEREA ŞI ÎN CELE DIN URMĂ NICI NU MAI AU NEVOIE DE HIPOPOTAMUL HARRY.

Cam cum ai scoate roţile ajutătoare de la bicicletă.

EXACT. CE SE ÎNTÂMPLĂ, UN LUCRU CARE MĂ RECONFORTEAZĂ ESTE CĂ ŞTIU ÎNTOTDEAUNA UNDE SUNT COPIII.

În realitatea virtuală?

NU, VORBESC DE REALITATEA REALĂ. ACUM, DE EXEMPLU, VĂD CĂ JEREMY E LA DOUĂ STRĂZI DISTANŢĂ DE CASĂ, VENIND ÎNCOACE.

Un cip implantat?

EŞTI FOARTE APROAPE. ÎNSĂ NU E CHIAR UN CIP. ESTE UNA DINTRE PRIMELE APLICAŢII UTILE ALE NANOTEHNOLOGIEI. CHESTIA ASTA SE MĂNÂNCĂ.

Chestie?

MDA, ESTE O PASTĂ ŞI ARE UN GUST CHIAR BUN. CONŢINE MILIOANE DE COMPUTERE MICI – LE SPUNEM TRACKERE – CARE ÎŢI INTRĂ ÎN CELULE.

Unele dintre ele probabil că şi ies.

ADEVĂRAT, IAR TRACKERELE CARE SE DEPĂRTEAZĂ PREA MULT DE RESTUL TRACKERELOR AFLATE ÎNCĂ ÎN ORGANISM SE DEZACTIVEAZĂ SINGURE. CELE CE RĂMÂN ÎN ORGANISM COMUNICĂ ÎNTRE ELE ŞI CU WEB-UL.

Cu web-ul fără fir?

DA, E PESTE TOT. AŞA CĂ ŞTIU TOT TIMPUL UNDE SUNT COPIII MEI. TARE, NU-I AŞA?

Şi toată lumea are aşa ceva?

PENTRU COPII ESTE OBLIGATORIU, AŞA CĂ PRESUPUN CĂ ÎN CELE DIN URMĂ TOATĂ LUMEA O SĂ AIBĂ AŞA CEVA. ŞI MULŢI ADULŢI RECURG LA ASTA, DAR ADULŢII POT SĂ DEZACTIVEZE TRANSMISIUNEA TRACKERELOR, DACĂ VOR.

Copiii nu pot?

DEZACTIVAREA TRACKERELOR ESTE O CHESTIE PE CARE CHIAR REUŞIM SĂ NU O LĂSĂM LA ÎNDEMÂNĂ COPIILOR.

Deci Jeremy nu a pus mâna încă pe un soft de blocare a trackingului?

SPER CĂ NU. DEŞI, DACĂ MĂ GÂNDESC BINE, AM AVUT O PROBLEMĂ CU TRACKERUL ANUL TRECUT. TEHNICIANUL A SPUS CĂ A FOST VORBA DE UN CONFLICT TEMPORAR DE PROTOCOL. MĂ ÎNDOIESC CĂ A FOST MÂNA LUI JEREMY. DAR M-AI PUS PE GÂNDURI.

Mă îndoiesc că Jeremy ar face aşa ceva.

CRED CĂ AI DREPTATE.

Tehnicianul acesta este uman?

NU, PROBLEMA NU A FOST ATÂT DE GRAVĂ. S-A OCUPAT DE NOI UN TEHNICIAN DE NIVELUL B.

Înţeleg. Deci soţul tău este conectat şi el la sistemul de tracking?

DA, DAR ÎL DEZACTIVEAZĂ FOARTE DES, CEEA CE E ENERVANT.

Păi soţii au şi ei dreptul la intimitate, nu crezi?

DA, CU SIGURANŢĂ.

Mai vrei să-mi povesteşti şi de alte rude?

MAI E NEPOTUL MEU, ÎN VÂRSTĂ DE DOUĂZECI ŞI CINCI DE ANI, STEPHEN. ESTE CAM RETRAS; ŞTIU CĂ SORA MEA E ÎNGRIJORATĂ DIN CAUZA LUI. ÎŞI PETRECE APROAPE TOT TIMPUL FIE ÎN *TOTAL TOUCH*, FIE ÎN MODUL DE BLOCARE A AFIŞAJULUI, ÎN REALITATEA VIRTUALĂ.

Şi e o problemă?

NU ESTE VORBA CĂ BLOCHEAZĂ NUMAI REALITATEA REALĂ, E VORBA CĂ PARE SĂ EVITE SĂ INTERACŢIONEZE CU OAMENII REALI CHIAR ŞI ÎN REALITATEA VIRTUALĂ. S-AR PĂREA CĂ ESTE VORBA DE O PROBLEMĂ DIN CE ÎN CE MAI OBIŞNUITĂ.

Presupun că e mai uşor să te acomodezi cu oamenii simulaţi.

S-AR PUTEA. VREAU SĂ SPUN CĂ ŞI ASISTENŢII ŞI CAMARAZII MEI SUNT, DAR ÎNCEARCĂ SĂ AI DE-A FACE CU ASISTENŢII ALTORA ŞI VA FI CEVA CU TOTUL DIFERIT. ÎN SFÂRŞIT, SORA MEA ÎMI SPUNEA CĂ ARE IMPRESIA CĂ STEPHEN ESTE VIRGIN CIBERNETIC – SAU PARCĂ A ZIS VIRGIN VIRTUAL?

Oh, Doamne, deci care spui că era deosebirea?

VIRGINUL CIBERNETIC NU A AVUT NICIODATĂ RAPORTURI SEXUALE ÎN EXTERIORUL REALITĂŢII VIRTUALE, ÎN TIMP CE VIRGINUL VIRTUAL NU A AVUT NICIODATĂ RAPORTURI CU O PERSOANĂ REALĂ, NICI MĂCAR ÎN REALITATEA VIRTUALĂ.

Şi cum s-ar numi cineva care nu a avut niciodată relaţii intime nici cu o persoană reală şi nici cu alta virtuală, în realitate sau în spaţiul virtual?

HM, S-AR PĂREA CĂ NU AVEM UN TERMEN PENTRU ASTA.

Deci care sunt datele statistice în această privinţă?

PĂI, SĂ VEDEM, O SĂ GĂSEASCĂ GEORGE CE NE TREBUIE.

George este asistentul tău virtual?

DA, TE PRINZI FOARTE REPEDE.

Vai, mulţumesc.

DECI, LA ADULŢII DE PESTE DOUĂZECI ŞI CINCI DE ANI, 11 LA SUTĂ SUNT VIRGINI VIRTUALI ŞI 19 LA SUTĂ SUNT VIRGINI CIBERNETICI.

Deci presupun că sexul virtual prinde la public. Ce-ai avea de spus despre tine şi Ben?

PĂI, ÎN MOD SIGUR PREFER REALITATEA!

Realitatea, cum ar fi...

REALITATEA REALĂ, EXACT.

Aşadar preferi intimitatea în realitatea reală, ceea ce nu înseamnă că eviţi alternativa virtuală?

PĂI E LA ÎNDEMÂNĂ, ADICĂ AR TREBUI SĂ NE CHINUIM SĂ O EVITĂM. SIGUR CĂ E CONVENABILĂ ATUNCI CÂND CĂLĂTORESC SAU CÂND NU VREM SĂ NE FACEM GRIJI ÎN PRIVINŢA MĂSURILOR ANTICONCEPŢIONALE.

Ori a bolilor cu transmitere sexuală.

MĂ ROG, ASTA NU AR TREBUI SĂ CONSTITUIE O PROBLEMĂ.

Hei, niciodată nu poţi fi absolut sigur.

EI BINE, CA SĂ FIU CÂT SE POATE DE CINSTITĂ, SEXUL VIRTUAL PROVOACĂ MULT MAI MULTĂ SATISFACŢIE DIN MULTE PUNCTE DE VEDERE. VREAU SĂ SPUN CĂ ÎN MOD CERT E MULT MAI INTENS, PRACTIC INCREDIBIL, DE FAPT.

Asta în Sensorium, presupun.

DA, SIGUR. ACEST MODEL RECENT S-A OCUPAT ŞI DE TEMA OLFACŢIEI.

Adică are o opţiune olfactivă?

EXACT. ÎNSĂ ESTE CEVA MAI DIFERIT DE CELELALTE SIMŢURI. PENTRU SIMŢURILE VIZUAL ŞI AUDITIV, REALITATEA

VIRTUALĂ OMNIPREZENTĂ, AIA PE CARE O ŞTIM, ESTE EXTREM DE EXACTĂ. PRIN SENSORIUM, AVEM ACCES LA MEDIUL TACTIL, CARE ASIGURĂ ŞI O RECREARE EXTREM DE REALISTĂ, CA ÎN REALITATE. DAR ÎNCĂ NU PUTEM FACE ASTA CU SIMŢUL MIROSULUI. AŞA CĂ SENSORIUM 2000 ARE PROGRAMATE MIROSURI, DIN CARE POŢI ALEGE SAU CARE SUNT SELECTATE AUTOMAT ÎN CURSUL UNEI EXPERIENŢE. ŞI SUNT CÂT SE POATE DE EFICIENTE.

Ce părere ai despre faptul că soţul tău interacţionează sexual cu o parteneră simulată?

ADICĂ VREI SĂ SPUI CU O PERSOANĂ SIMULATĂ ÎN REALITATEA VIRTUALĂ?

Da, în realitatea virtuală sau în Sensorium.

E ÎN REGULĂ. NU AM NICIO PROBLEMĂ CU ASTA.

Deci nu te deranjează?

CHIAR NU AŞ AVEA CUM SĂ URMĂRESC AŞA CEVA.

Ruj virtual pe gulerul cămăşii?

DA, SIGUR, PE GULERUL VIRTUAL. SEXUL VIRTUAL CU PARTENERI SIMULAŢI ESTE ACCEPTAT ÎN GENERAL ÎN ZILELE NOASTRE. SE CONSIDERĂ CĂ ESTE VORBA PUR ŞI SIMPLU DESPRE O FANTEZIE – O FANTEZIE ASISTATĂ.

Şi dacă partenerul e o persoană reală în realitatea virtuală?

I-AŞ RUPE PICIOARELE.

Picioarele virtuale?

NU LA ASTA MĂ GÂNDEAM.

Deci care e deosebirea dintre o persoană reală în realitatea virtuală şi o persoană simulată?

CA PARTENERI SENZUALI?

Exact.

OH, E O DEOSEBIRE – PARTENERII SIMULAŢI SUNT FOARTE BUNI.

Vorbești de parcă ai încercat personal această experiență.

EȘTI CAM BĂGĂCIOS, NU CREZI?

În regulă, o să schimb subiectul. Să vedem ce se întâmplă în privința criptării?

AVEM CODURI FOARTE STABILE DE O MIE DE BIȚI. NU ESTE PRACTIC SĂ LE SPARGI.

Dar cu un computer cuantic?

COMPUTERELE CUANTICE NU PAR SĂ MAI FIE STABILE DE LA CÂTEVA SUTE DE QU-BIȚI ÎN SUS.

S-ar zice că e o comunicare destul de sigură.

AȘA AȘ ZICE. ÎNSĂ UNII SUNT PARANOICI ÎN PRIVINȚA CHEILOR PENTRU TERȚI.

Deci autoritățile au chei?

SIGUR CĂ AU.

Bine, dar de ce nu puteți să adăugați încă un nivel de criptare fără cheie peste nivelul oficial?

OH, DUMNEZEULE, NU.

De ce e așa de greu?

NU E GREU TEHNIC. E DOAR CÂT SE POATE DE ILEGAL, CEL PUȚIN DIN OCTOMBRIE 2013.

2013?

AM REUȘIT SĂ STRĂBATEM PRIMUL DECENIU AL SECOLULUI FĂRĂ PROBLEME PREA SERIOASE. DAR LUCRURILE AU SCĂPAT DE SUB CONTROL CU INCIDENTUL OKLAHOMA.

Iarăși Oklahoma? Deci a fost vorba de un virus de software?

NU, NU UN VIRUS DE SOFTWARE, UN VIRUS BIOLOGIC. UN STUDENT NEMULȚUMIT – AȘ SPUNE DEMENT –, PRACTIC FOST STUDENT LA UNIVERSITATEA DE ACOLO. AU EXISTAT RELATĂRI POTRIVIT CĂRORA AVEA LEGĂTURI CU MIȘCAREA

REMEMBER YORK, DAR LIDERII *RY* DE OPINIE AU NEGAT VEHEMENT ORICE RESPONSABILITATE.

Remember York?

EI BINE, ACEST INCIDENT S-A PRODUS LA ANIVERSAREA A DOUĂ SUTE DE ANI DE LA PROCESELE DIN YORK.

Adică de la procesul ludiţilor din anul 1813?

DA, CU EXCEPŢIA FAPTULUI CĂ CELOR MAI MULŢI ANTITEHNOLOGIŞTI NU LE PLACE TERMENUL LUDIŢI; CONSIDERĂ CĂ IMAGINEA OARECUM ABSURDĂ A LUI NED LUDD MINIMALIZEAZĂ NATURA SERIOASĂ A MIŞCĂRII LOR. DINCOLO DE ASTA, CELE MAI MULTE DOVEZI SUGEREAZĂ CĂ LUDD NICI NU A EXISTAT DE FAPT.

Însă a existat un proces în anul 1813.

DA, CARE S-A SOLDAT CU EXECUTAREA PRIN SPÂNZURARE SAU PRIN EXILAREA MULTORA DINTRE MEMBRII BANDEI, ACUZAŢI DE DISTRUGEREA MAŞINILOR TEXTILE.

Aşadar *RY* este o mişcare organizată?

OH, N-AŞ SPUNE ASTA. E MAI CURÂND UN GRUP DE DISCUŢII PE WEB ŞI ACEST TÂNĂR S-AR PĂREA CĂ AR FI PARTICIPAT LA UNELE DINTRE ACESTE DISCUŢII. ÎNSĂ OAMENII DIN *RY* SUNT ÎN ESENŢĂ NONVIOLENŢI. AU FOST DERANJAŢI DE FAPTUL CĂ ROBERTS S-A ASOCIAT CU EI.

Roberts a fost făptaşul?

MDA, CONDAMNAT LA TOATE CAPETELE DE ACUZARE. ÎNSĂ, ÎN AFARA ACESTUI INDIVID CU TULBURĂRI MINTALE, AŞ SPUNE CĂ A FOST VORBA DE O ÎNCURCĂTURĂ A BWA.

BWA?

AGENŢIA DE RĂZBOI BIOLOGIC – *BIOWARFARE AGENCY*.

Aşadar a fost eliberat un virus?

DA, UN VIRUS AL GRIPEI-STANDARD MODIFICAT, CU O DENATURARE. PREZENTA O RATĂ FOARTE RIDICATĂ DE

MUTAŢIE, CARE ÎI ACCELERA EVOLUŢIA CU MAI MULTE NIVELE. O FORMĂ A EVOLUŢIEI VIRUSULUI SE PRODUCEA NUMAI ÎN CURSUL UNEI INFECŢII. ACEST FAPT, ASOCIAT CU UN PROGRAM GEN BOMBĂ CU CEAS DIN ADN-UL VIRUSULUI, A PROVOCAT REPRODUCEREA ULTRARAPIDĂ DUPĂ CÂTEVA ORE DE LA PRODUCEREA INFECŢIEI. ACEASTĂ MICĂ COMPLICAŢIE A ÎNTÂRZIAT PUNEREA LA PUNCT A UNUI ANTIDOT CU PATRUZECI ŞI OPT DE ORE. ÎNSĂ NU ACEST LUCRU A FOST CEL MAI GRAV. DUPĂ DOUĂZECI ŞI PATRU DE ORE DE REPLICARE A ANTIDOTULUI, BWA A DESCOPERIT CĂ UN ALT AGENT BIOLOGIC INFESTASE MOSTRELE, AŞA CĂ A TREBUIT SĂ O IA DE LA CAPĂT. ŞI PE URMĂ NU AU EXISTAT SUFICIENTE POSTURI DE REPLICARE, AŞA CĂ AU FOST OBLIGAŢI SĂ LE CUREŢE PE CELE CARE TOCMAI FUSESERĂ FOLOSITE ŞI SĂ PORNEASCĂ DE ACOLO. S-AU PIERDUT PATRUZECI ŞI OPT DE ORE CU ACEST FIASCO ŞI AU MURIT ŞAISPREZECE MII DE OAMENI. DACĂ S-AR MAI FI ÎNTÂRZIAT CU ÎNCĂ DOUĂZECI ŞI PATRU DE ORE, AR FI FOST CU MULT MAI GRAV. A FOST O MARE TEMĂ A ALEGERILOR PARŢIALE DIN 2014. DE ATUNCI S-AU PRODUS O MULŢIME DE SCHIMBĂRI.

Chei terţe?

MDA, AU EXISTAT ŞI ÎNAINTE. DAR DIN 2013 LEGILE ÎMPOTRIVA CODURILOR CRIPTĂRII FĂRĂ CHEIE AU FOST APLICATE CU RIGUROZITATE.

Ce altceva s-a mai schimbat?

ACUM EXISTĂ O MULŢIME DE POSTURI DE REPLICARE. ŞI AVEM CU TOŢII ACESTE MĂŞTI MICUŢE, FOARTE DRĂGUŢE.

Chestia asta e mască de gaze?

DA, PĂI SE DESFACE UITE-AŞA. E MICĂ, AŞA CĂ SUNTEM ÎNCURAJAŢI SĂ O ŢINEM LA ÎNDEMÂNĂ. PRACTIC, ESTE UN ECRAN VIRAL. OCAZIONAL, NI SE CERE SĂ O PUNEM, DAR ÎN GENERAL DOAR PENTRU CÂTEVA ORE. DIN 2013, AU FOST NUMAI ALARME FALSE.

Deci presupun că agenţiile de securitate au muncit din greu.

DUPĂ CUM SPUNEA ROGERS, „NU POŢI SĂ ZICI CĂ CIVILIZAŢIA NU AVANSEAZĂ, PENTRU CĂ ÎN FIECARE NOU RĂZBOI EŞTI OMORÂT ALTFEL."

Evenimentul din 2013 pare tragic şi înspăimântător. Dacă e s-o iei în spiritul secolelor, nu vă descurcaţi deloc rău. În secolul XX, ştiam cum să ne asigurăm câte un dezastru.

DA, ÎN AL DOILEA RĂZBOI MONDIAL AU MURIT CINCIZECI DE MILIOANE DE OAMENI.

Exact.

E ADEVĂRAT CĂ PÂNĂ ACUM SECOLUL A CUNOSCUT O VĂRSARE DE SÂNGE CU MULT MAI REDUSĂ. DAR CEALALTĂ FAŢĂ A MONEDEI ESTE CĂ TEHNOLOGIILE SUNT CU MULT MAI EFICIENTE ÎN ZILELE NOASTRE. DACĂ AR LUA-O CEVA RAZNA, LUCRURILE AR ESCALADA ŞI AR SCĂPA DE SUB CONTROL UNA-DOUĂ. CU BIOINGINERIA, DE EXEMPLU, E CA ŞI CUM TOATE CELE ZECE MILIARDE DE OAMENI AM STA ÎNTR-O ÎNCĂPERE CU LICHID INFLAMABIL PÂNĂ LA GENUNCHI AŞTEPTÂNDU-NE CA CINEVA – ORICINE – SĂ SCAPERE UN CHIBRIT.

Dar s-ar părea că au fost instalate o mulţime de stingătoare de incendii.

DA, SPER SĂ ŞI FUNCŢIONEZE.

Ştii, sunt îngrijorat de faţa negativă a bioingineriei de mai bine de un deceniu.

DAR NU TE-AI REFERIT LA ASTA ÎN *EPOCA MAŞINILOR INTELIGENTE*, PE CARE AI SCRIS-O LA SFÂRŞITUL ANILOR 1980.

A fost o decizie conştientă. N-am vrut să-i dau idei cui nu trebuia.

ŞI ÎN 1999?

Oh, pisica e scoasă deja din sac.

MDA, PĂI ÎN ULTIMELE DECENII AM TOT ALERGAT DUPĂ DESCENDENŢII PISICII ĂSTEIA, ÎNCERCÂND SĂ-I ÎMPIEDICĂM SĂ PROVOACE PAGUBE PREA MARI.

Aşteaptă numai să intre în acţiune nanopatogenii.

DIN FERICIRE, NU SUNT AUTOREPLICATIVI.

Nu încă.

PRESUPUN CĂ URMEAZĂ ŞI ASTA, DAR PASTA DE TRACKER ŞI CELELALTE CÂTEVA APLICAŢII NANOTEHNOLOGICE CARE EXISTĂ ASTĂZI SUNT REALIZATE PRIN FOLOSIREA LITOGRAFIEI ÎN RAZE X ŞI A ALTOR TEHNICI CONVENŢIONALE DE PRODUCŢIE.

Gata, suficient cu dezastrele, ce-ai de gând să faci diseară?

ŢIN O PRELEGERE PE TEMA EXPERIENŢEI DE SĂPTĂMÂNA TRECUTĂ CA JUDECĂTOR ÎN TESTUL TURING.

Presupun că a pierdut computerul.

DA, A PIERDUT. DAR NU CHIAR ATÂT DE HOTĂRÂTOR PE CÂT AM CREZUT. LA ÎNCEPUT ÎMI SPUNEAM, DOAMNE, E MULT MAI GREU DECÂT MI-AM IMAGINAT. NU-MI DAU SEAMA DELOC CARE ESTE COMPUTERUL ŞI CARE ESTE „MARTORUL" UMAN. DUPĂ VREO DOUĂZECI DE MINUTE, ÎNSĂ, MI-A DEVENIT CÂT SE POATE DE CLAR ŞI MĂ BUCUR CĂ AM AVUT TIMP SUFICIENT. UNII DINTRE CEILALŢI JUDECĂTORI NU S-AU PRINS, DAR NU ERAU CHIAR ATÂT DE SOFISTICAŢI.

Cred că experienţa ta în comunicare ţi-a fost de ajutor.

PRACTIC, MAI MULT EXPERIENŢA DE MAMĂ MI-A FOST DE AJUTOR. AM DEVENIT SUSPICIOASĂ CÂND SHEILA – EA ERA COMPUTERUL – A ÎNCEPUT SĂ SPUNĂ CÂT DE FURIOASĂ ERA PE FIICA EI. DIN PUNCTUL MEU DE VEDERE, NU A FOST CONVINGĂTOARE. PUR ŞI SIMPLU NU A MANIFESTAT SUFICIENT DE MULTĂ SIMPATIE.

Dar cum rămâne cu George, cum s-ar descurca el la un Test Turing?

OH, NU AŞ VREA SĂ-L SUPUN PE GEORGE LA AŞA CEVA.

Îţi faci scrupule din cauza sentimentelor lui?

CRED CĂ S-AR PUTEA SPUNE ŞI AŞA. CAM OSCILEZ. UNEORI CRED CĂ NU. DAR PE URMĂ, CÂND INTERACŢIONEZ CU EL, MĂ COMPORT CA ŞI CUM AR AVEA ŞI EL SENTIMENTE. ŞI, UNEORI, DE-ABIA AŞTEPT SĂ-I POVESTESC VREO EXPERIENŢĂ, MAI ALES DACĂ E VORBA DESPRE CEVA LA CARE LUCRĂM ÎMPREUNĂ.

Înţeleg că ţi-ai ales un asistent bărbat.

SIGUR, PREDICŢIA TA CĂ FEMEILE VOR PREFERA PERSONAJE FEMININE A FOST O ALTĂ RATARE.

Predicţia aceea a fost pentru 2009, nu pentru 2019.

MĂ BUCUR CĂ AI LĂMURIT ACEST LUCRU. DACĂ MĂ GÂNDESC MAI BINE, ÎNTR-ADEVĂR ÎN 2009 AM FOLOSIT UN PERSONAJ FEMININ, DAR PE-ATUNCI ACESTE PERSONAJE NU ERAU CHIAR ATÂT DE REALISTE. ÎN FINE, TREBUIE SĂ MĂ ÎNTORC LA PRELEGERE. DAR, DACĂ ÎMI VINE ÎN MINTE SĂ-ŢI SPUN CEVA INTERESANT, O SĂ-I CER ASISTENTULUI MEU SĂ IA LEGĂTURA CU AL TĂU.

Hei, nu am aşa ceva, aminteşte-ţi că sunt blocat în anul 1999.

PĂCAT, ATUNCI CRED CĂ TREBUIE SĂ TE VIZITEZ PERSONAL.

Capitolul unsprezece

2029

Corpul meu mi-e la fel de drag ca oricui altcuiva propriul corp, dar, dacă aş putea să ajung la 200 de ani cu unul din siliciu, m-aş băga.

– Danny Hillis

Computerul însuşi

O unitate de computaţie de 1.000 de dolari (la valoarea din 1999 a dolarilor) are capacitatea de computare a unui număr de aproximativ 1.000 de creiere umane (de 1.000 de ori 20 de milioane de miliarde – adică 2 înmulţit cu 10^{19} calcule pe secundă).

Din capacitatea totală de computare a speciei umane (respectiv toate creierele umane), combinate cu tehnologia de computare a cărei creaţie a fost iniţiată de om, peste 99 la sută este nonumană[1].

Majoritatea „computărilor" care ţin de computaţia nonumană este realizată actualmente pe reţele neuronale masiv paralele, mare parte bazându-se pe reintroingineria creierului uman.

Multe – dar mai puţin de majoritatea – regiunilor specializate ale creierului uman au fost „decodate" şi algoritmii lor masiv paraleli au fost descifraţi. Numărul de regiuni specializate, ajungând la sute, este mai mare decât s-a anticipat cu douăzeci de ani înainte. Topologiile şi arhitecturile acestor regiuni care au fost prelucrate cu succes prin mijloacele retroingineriei sunt folosite în reţelele neuronale ale maşinilor. Reţelele maşinilor sunt substanţial mai rapide şi au capacităţi mult mai mari de computaţie şi memorie şi alte subtilităţi în comparaţie cu analoagele lor umane.

Afişajele sunt implantate de-acum în ochi cu opţiunea de implanturi permanente şi implanturi mobile (similare lentilelor de contact). Imaginile sunt proiectate direct pe retină, asigurând

obișnuita suprapunere de înaltă rezoluție, tridimensională, peste lumea fizică. Aceste afișaje vizuale implantate funcționează și pe post de camere pentru capturarea imaginilor vizuale și prin urmare sunt concomitent dispozitive de *input* și *output*.

Implanturile cohleare, folosite inițial numai în cazul persoanelor cu dizabilități auditive, sunt omniprezente acum. Aceste implanturi asigură comunicarea auditivă în ambele direcții între utilizatorul uman și rețeaua mondială de computare.

Căile neuronale directe au fost perfecționate pentru conexiuni pe bandă înaltă cu creierul uman. Acest fapt permite ocolirea anumitor regiuni neuronale (de exemplu, recunoașterea tiparelor, memoria pe termen lung) și creșterea sau înlocuirea funcțiilor acestor regiuni cu computarea realizată fie de un implant neuronal, fie de unul extern.

Devine accesibilă o gamă de implanturi neuronale pentru ameliorarea percepției vizuale și auditive, a interpretării, memoriei și rațiunii.

Procesele computaționale pot să fie personale (accesibile unui singur individ), împărtășite (accesibile unui grup) sau universale (accesibile oricui), în funcție de opțiunea utilizatorului.

Pretutindeni sunt prezente afișajele holografice proiectate tridimensional.

Roboți microscopici realizați prin mijloacele nanoingineriei au acum microcreiere cu viteza și capacitatea de computație a creierului uman. Sunt larg folosite pentru aplicații industriale și încep să fie utilizate și în aplicații medicale (vezi „Sănătate și medicină").

Educația

Învățarea umană se realizează în special folosindu-se profesori virtuali și este dezvoltată de implanturile neuronale larg disponibile. Implanturile îmbunătățesc memoria și percepția, dar deocamdată cunoașterea nu poate fi descărcată în mod direct. Cu toate că e amplificată prin experiențe virtuale, instruire interactivă inteligentă și implanturi neuronale, învățarea are nevoie în continuare de experiența și studiul umane, care sunt cronofage.

Această activitate include concentrarea principală pe specia umană.

Agenţi automaţi învaţă singuri, fără ca omul să le dea informaţii şi cunoştinţe cu linguriţa. Computerele au citit întreaga literatură disponibilă, şi pe cea umană, şi pe cea generată de maşini, materialele multimedia, care includ lucrări scrise, auditive, vizuale şi de experienţă virtuală.

Sunt create noi cunoştinţe importante, fără intervenţie umană sau cu una redusă. Spre deosebire de oameni, maşinile îşi împărtăşesc între ele cu uşurinţă structurile de cunoştinţe.

Dizabilităţile

Dispozitivele de navigaţie vizuală deosebit de inteligente pentru persoanele oarbe, dispozitivele de afişare vorbire-scris pentru hipoacuzici, stimularea nervilor, protezele ortopedice inteligente pentru persoanele cu dizabilităţi fizice şi o varietate întreagă de tehnologii de implanturi neuronale au eliminat, practic, handicapurile asociate majorităţii dizabilităţilor. Dispozitivele de amplificare senzorială sunt folosite, de fapt, de majoritatea populaţiei.

Comunicaţiile

În afara mediilor virtuale tridimensionale omniprezente, s-a produs o perfecţionare semnificativă a tehnologiei holografice tridimensionale pentru comunicarea vizuală. Există de asemenea comunicaţii sonice proiectate pentru plasarea cu precizie a sunetelor în spaţiul tridimensional. Similar oricărei realităţi virtuale, mare parte din ceea ce se vede şi se aude în realitatea „reală" nu are niciun corespondent fizic. Astfel, membrii familiei pot să stea în camera de zi, bucurându-se că se află împreună, fără a se apropia fizic.

În plus, sunt larg folosite comunicaţiile prin conexiuni neuronale directe. Acest fapt permite realizarea unor comunicaţii virtuale total tactile fără a se pătrunde în „cabina total tactilă", ca în urmă cu zece ani.

Cea mai mare parte a comunicațiilor nu implică omul. Majoritatea comunicațiilor care implică omul se realizează între om și mașină.

Afacerile și economia

Populația globului s-a stabilizat în jurul a aproximativ 12 miliarde de oameni. Necesitățile fundamentale legate de hrană, adăpost și siguranță sunt satisfăcute în cazul majorității populației umane.

Inteligența umană și nonumană se concentrează în principal pe cunoaștere în nenumăratele ei forme și există o luptă importantă pentru drepturile de proprietate intelectuală, inclusiv un nivel tot mai ridicat al proceselor.

Aproape că, în producție, agricultură și transporturi, nu este angajat niciun om. Cea mai cuprinzătoare profesie este educația. Există cu mult mai mulți avocați decât medici.

Politica și societatea

Computerele par să treacă forme ale Testelor Turing considerate valide atât de autoritățile umane, cât și de cele nonumane, cu toate că persistă controverse asupra acestui aspect. Este dificil să găsești o capacitate a omului care să nu fie accesibilă mașinilor. Spre deosebire de competența umană, care variază foarte mult de la o persoană la alta, computerele funcționează sistematic la niveluri optime și sunt capabile să-și împărtășească între ele foarte rapid abilitățile și cunoștințele.

Nu mai există o separație clară între lumea oamenilor și lumea mașinilor. Cogniția umană est exportată pe mașini și multe dintre acestea au personalități, abilități și baze de cunoaștere obținute prin procedee de retroinginerie pornind de la inteligența umană. Pe de altă parte, implanturile neuronale bazate pe inteligența mașinilor asigură o funcționare perceptuală și cognitivă mai dezvoltată a omului.

Definirea a ceea ce este uman s-a afirmat ca importantă temă juridică și politică.

Creşterea rapidă a capacităţii maşinilor este controversată, dar nu există o opoziţie efectivă faţă de ea. Cum inteligenţa maşinilor a fost concepută iniţial pentru a fi supusă controlului uman, ea nu şi-a dezvăluit „chipul" ameninţător populaţiei umane. Oamenii îşi dau seama că nu este posibilă scindarea civilizaţiei om-maşină de dependenţa ei de inteligenţa maşinilor.

Se amplifică discuţiile cu privire la drepturile maşinilor, în special ale acelor maşini care sunt independente de om (adică nu sunt încorporate într-un creier uman). Deşi nu pe deplin recunoscute de lege, influenţa lor la toate nivelurile decizionale le asigură acestora o protecţie semnificativă.

Artele

Artiştii cibernetici din toate domeniile – muzical, vizual, experienţă virtuală şi toate celelalte – nu mai sunt obligaţi să se asocieze cu oamenii sau organizaţiile care includ oameni. Mulţi dintre artiştii importanţi sunt maşini.

Sănătatea şi medicina

Continuă progresele în sensul înţelegerii şi ameliorării efectelor îmbătrânirii ca rezultat al înţelegerii aprofundate a proceselor de prelucrare a informaţiilor, controlate de codul genetic. Speranţa de viaţă a oamenilor continuă să crească şi a ajuns la circa 120 de ani. O atenţie deosebită se acordă ramificaţiilor psihologice ale unei durate de viaţă substanţial prelungite pentru om.

Este din ce în ce mai larg recunoscut faptul că prelungirea continuă a duratei vieţii omului va presupune folosirea în continuare a organelor bionice, inclusiv a unor părţi ale creierului. Nanoboţii sunt utilizaţi pe post de cercetaşi, iar într-o măsură limitată ca agenţi de reparare în fluxul sanguin şi drept cărămizi pentru organele bionice.

Filosofia

Deşi computerele trec forme aparent valide ale Testului Turing, persistă întrebarea dacă inteligenţa maşinii egalează sau

nu inteligența umană în întreaga sa diversitate. În același timp, este clar că există multe moduri în care inteligența mașinilor a devenit cu mult superioară inteligenței umane. Din motive de sensibilitate politică, inteligențele mașinilor nu accentuează de regulă aspectul superiorității lor. Distincția dintre inteligența umană și cea a mașinilor se estompează pe măsură ce inteligența mașinilor este modelată din ce în ce mai mult după inteligența umană, iar inteligența umană este amplificată din ce în ce mai mult de inteligența mașinilor.

Experiența subiectivă a inteligenței mașinilor este acceptată într-o măsură tot mai mare, mai ales că „mașinile" participă și ele la această discuție.

Mașinile susțin că sunt conștiente și că au o gamă de experiențe emoționale și spirituale la fel de cuprinzătoare ca părinții lor umani, iar aceste afirmații sunt în general acceptate.

SPER CĂ TE DISTREZI BINE FĂCÂND ACESTE PREDICȚII.

Această parte din carte este ceva mai distractiv de scris – cel puțin sunt mai puține referințe de căutat. Și nu trebuie să mă îngrijoreze faptul că mă vor face să mă simt jenat, cel puțin câteva decenii.

EI BINE, S-AR PUTEA SĂ FIE MAI UȘOR DACĂ MI-AI CERE PUR ȘI SIMPLU IMPRESII.

Da, chiar la asta voiam să ajung. Însă trebuie să spun că arăți foarte bine.

PENTRU O DOAMNĂ ÎN VÂRSTĂ.

Nu la vârstă mă gândeam. Dar nu pari nici pe departe de cincizeci de ani. Mai curând de treizeci și cinci.

DA, PĂI CINCIZECI DE ANI NU MAI ÎNSEAMNĂ ATÂT DE BĂTRÂN CA PE VREMURI.

Și în 1999 suntem de aceeași părere, să știi.

ESTE UTIL ÎN CONTINUARE SĂ TE HRĂNEŞTI SĂNĂTOS. DE ASEMENEA, AVEM VREO CÂTEVA TRUCURI PE CARE VOI NU LE AVEŢI.[2]

Corpuri pe care s-a intervenit prin mijloacele nanoingineriei?

NU, NU TOCMAI, NANOINGINERIA ESTE ÎN CONTINUARE DESTUL DE TIMIDĂ. ÎNSĂ BIOINGINERIA CU SIGURANŢĂ I-A AJUTAT PE CEI MAI MULŢI. ÎMBĂTRÂNIREA A FOST ÎNCETINITĂ SPECTACULOS. CELE MAI MULTE AFECŢIUNI POT FI PREVENITE SAU INVERSATE.

Deci nanotehnologia este în continuare destul de primitivă?

AŞA AŞ SPUNE. ADICĂ AVEM NANOBOŢI ÎN CIRCULAŢIA SANGUINĂ, DAR SCOPUL LOR PRINCIPAL ESTE ACELA DE DIAGNOSTIC. PRIN URMARE, CÂND CEVA ÎNCEPE SĂ MEARGĂ PROST, NE PRINDEM DIN VREME.

Prin urmare, dacă un nanobot descoperă o infecţie microscopică sau altă problemă în faza de instalare, ce anume face, începe doar să ţipe?

DA, EXACT AŞA. NU CRED CĂ AM AVEA ÎNCREDERE CA EL SĂ FACĂ MAI MULT DE-ATÂT. ŢIPĂ PE WEB ŞI APOI PROBLEMA ESTE REZOLVATĂ DIN CLIPA CÂND NE AŞEZĂM PENRU A NE FACE URMĂTOAREA SCANARE ZILNICĂ.

O scanare tridimensională?

DESIGUR, AVEM ÎN CONTINUARE CORPURI TRIDIMENSIONALE.

E vorba despre o scanare de diagnosticare?

SCANAREA ARE O FUNCŢIE DE DIAGNOSTICARE. DAR REALIZEAZĂ ŞI REMEDIERI. SCANNERUL POATE SĂ APLICE SUFICIENT DE MULTĂ ENERGIE PE UN MIC SET DE PUNCTE TRIDIMENSIONALE PENTRU DISTRUGEREA UNEI COLONII DE AGENŢI PATOGENI SAU DE CELULE CARE RIDICĂ PROBLEME, ÎNAINTE CA ACESTEA SĂ SCAPE DE SUB CONTROL.

Este un fascicul de energie electromagnetică, un fascicul de particule sau ce?

EI BINE, GEORGE POATE SĂ-ŢI EXPLICE MAI BINE DECÂT MINE. DUPĂ CUM ÎNŢELEG EU LUCRURILE, SUNT DOUĂ FASCICULE DE ENERGIE, BENIGNE CA ATARE, CARE PRODUC EMISII DE PARTICULE ÎN PUNCTUL DE ÎNCRUCIŞARE. O SĂ-L ÎNTREB PE GEORGE DATA VIITOARE CÂND ÎL VĂD.

Şi când o să se întâmple asta?

OH, DE ÎNDATĂ CE TERMIN DE VORBIT CU TINE.

Nu mă grăbeşti, nu?

OH, NICIO GRABĂ. ÎNTOTDEAUNA ESTE BINE SĂ FII RĂBDĂTOR.

Hmmm. Când spui că v-aţi întâlnit ultima oară?

ACUM CÂTEVA MINUTE.

Înţeleg. Îmi face impresia că relaţia voastră s-a dezvoltat.

OH, DA. ARE MARE GRIJĂ DE MINE.

Data trecută când am vorbit, nu erai sigură că are sentimente.

ASTA S-A ÎNTÂMPLAT CU MULT TIMP ÎN URMĂ. DE LA O ZI LA ALTA, GEORGE E ALTUL. PUR ŞI SIMPLU CREŞTE ŞI ÎNVAŢĂ PERMANENT. DESCARCĂ TOATE CUNOŞTINŢELE DE CARE ARE NEVOIE DE PE WEB ŞI ACESTEA DEVIN PARTE DIN EL. ESTE FOARTE DEŞTEPT ŞI SENSIBIL ŞI FOARTE SPIRITUAL.

Mă bucur foarte mult pentru tine. Dar ce părere are Ben despre tine şi George?

NU S-A DAT ÎN VÂNT, ASTA ÎN MOD SIGUR.

Dar ai rezolvat problema.

AM REZOLVAT-O, NORMAL. NE-AM DESPĂRŢIT ACUM TREI ANI.

Îmi pare rău să aud asta.

MDA, PĂI ŞAPTESPREZECE ANI E MULT PESTE MEDIE, RAPORTAT LA CE ÎNSEAMNĂ CĂSNICIILE ÎN ZILELE NOASTRE.

Cred că le-a fost greu copiilor.

ADEVĂRAT. DAR LUĂM CINA AMÂNDOI CU EMILY, APROAPE ÎN FIECARE SEARĂ.

Luaţi cina amândoi cu Emily, dar nu şi unul cu celălalt?

EMILY NICI NU VREA SĂ AUDĂ DE FAPTUL DE A STA LA MASĂ CU AMÂNDOI – NU AR FI PREA CONFORTABIL, NU? AŞA CĂ IA CINA CU NOI SEPARAT.

Înţeleg, vechea masă din bucătărie. Acum, că nu mai trebuie să ai de-a face cu hipopotamul Harry sau cu Miss Simon, e loc pentru tine, Ben şi Emily, dar tu şi Ben practic nu vă vedeţi unul pe altul.

SPUNE TU DACĂ NU E EXTRAORDINARĂ REALITATEA VIRTUALĂ.

Mda, dar doi oameni nu se pot atinge până nu intră în Sensorium.

PRACTIC, SENSORIUM A DAT FALIMENT.

În regulă, atunci atingerea totală...

NU MAI TREBUIE SĂ INTRĂM ÎNTR-UN MEDIU DE ATINGERE TOTALĂ, CEL PUŢIN DE CÂND AU DEVENIT DISPONIBILE IMPLANTURILE SPINALE.

Deci aceste implanturi adaugă şi mediul tactil...

LA MEDIILE OMNIPREZENTE VIZUAL ŞI AUDITIV PE CARE LE AVEM DE ANI DE ZILE ÎN REALITATEA VIRTUALĂ, EXACT.

S-ar părea că implanturile trebuie să fie foarte populare.

NU, SUNT DESTUL DE NOI. APROAPE TOATĂ LUMEA ARE MEDII VIZUALE ŞI AUDITIVE ACUM, FIE SUB FORMĂ DE IMPLANTURI, FIE CEL PUŢIN SUB FORMĂ DE LENTILE VIZUALE ŞI AUDITIVE. ÎNSĂ IMPLANTURILE TACTILE NU AU PREA PRINS ÎNCĂ.

Dar, cu toate acestea, le aveţi?

DA, SUNT ABSOLUT FABULOASE. MAI AU NIŞTE SCĂPĂRI, DAR ÎMI PLACE SĂ FIU ÎN PRIMA LINIE. A FOST FOARTE INCITANT SĂ FOLOSESC UN MEDIU DE ATINGERE TOTALĂ.

Acum înțeleg cum pot aceste implanturi să-ți stimuleze simțul tactil, generând impulsuri care corespund unui anumit set de stimuli tactili. Dar trebuia ca mediile de atingere totală să asigure și un *force feedback*, pentru că, dacă atingi o persoană virtuală, nu ai vrea să treci cu mâna prin ea.

EI, BINEÎNȚELES, DAR ÎN REALITATEA VIRTUALĂ NU NE MIȘCĂM CORPURILE FIZICE...

Vă mișcați corpurile virtuale, desigur. Iar sistemele de realitate virtuală vă împiedică să vă treceți mâna virtuală printr-o barieră – cum ar fi corpul virtual al cuiva – în mediul virtual. Toate acestea se întâmplă folosind implanturi?

EXACT.

Deci ai putea să stai aici să vorbești cu mine în realitatea reală și în același timp să fii intimă cu George în realitatea virtuală și cu un realism tactil total?

ÎI SPUNEM VIRTUALISM TACTIL, DAR AI PRINS IDEEA. ÎN SFÂRȘIT, SEPARAȚIA TACTILĂ DINTRE REALITATEA REALĂ ȘI CEA VIRTUALĂ NU ESTE PERFECTĂ. VREAU SĂ SPUN CĂ E O TEHNOLOGIE ÎNCĂ NOUĂ. AȘADAR, DACĂ GEORGE ȘI CU MINE AM DEVENI PREA PASIONALI, CRED CĂ AI OBSERVA.

Nu e prea bine.

NU ESTE O PROBLEMĂ, ÎNSĂ, ÎN GENERAL, DE VREME CE ORICUM IAU PARTE LA MAJORITATEA ÎNTÂLNIRILOR ÎN CORP VIRTUAL. AȘA CĂ, ATUNCI CÂND MĂ PLICTISESC ÎN TIMPUL ACESTOR ÎNTÂLNIRI INTERMINABILE PE TEMA PROIECTULUI RECENSĂMÂNTULUI, POT SĂ PETREC CÂTEVA MOMENTE PERSONALE CU GEORGE...

Folosind încă un corp virtual?

EXACT.

Și problema separației tactile între realitatea reală și una dintre realitățile tale virtuale nu este o problemă când ai două corpuri virtuale.

NU TOCMAI, DAR UNEORI OAMENII MĂ SURPRIND ZÂMBIND FOARTE MULT.

Ai menţionat scăpări...

UNEORI MĂ SIMT CA ŞI CUM M-AR ATINGE CEVA SAU CINEVA, DAR DE VINĂ S-AR PUTEA SĂ FIE NUMAI IMAGINAŢIA MEA.

Poate că nu este decât un lucrător de la compania de implant neuronal, care testează de la distanţă echipamentul.

HMMM.

Deci lucrezi la recensământ?

S-AR PRESUPUNE CĂ AR FI O ONOARE. VREAU SĂ SPUN CĂ AR TREBUI SĂ FIE SUBIECTUL FIERBINTE AL MOMENTULUI. DAR NU E DECÂT POLITICĂ FĂRĂ SFÂRŞIT. ŞI ÎNTÂLNIRI FĂRĂ SFÂRŞIT.

Ei bine, recensământul a folosit dintotdeauna tehnologii de ultimă oră. Ştii, procesarea electrică a datelor a debutat odată cu recensământul din Statele Unite din 1890.

MIE ÎMI SPUI? LUCRUL ACESTA ESTE MENŢIONAT DE CEL PUŢIN TREI ORI LA FIECARE ÎNTÂLNIRE. DAR SUBIECTUL NU ESTE TEHNOLOGIA.

Este...

CARE ESTE O PERSOANĂ. EXISTĂ PROPUNERI DE ÎNCEPERE A NUMĂRĂRII PERSOANELOR VIRTUALE CEL PUŢIN LA NIVEL UMAN, DAR PROBLEMELE GĂSIRII UNEI PROPUNERI VIABILE SUNT FĂRĂ SFÂRŞIT. PERSOANELE VIRTUALE NU SUNT ATÂT DE UŞOR DE NUMĂRAT ŞI NICI ATÂT DE DISTINCTE, DAT FIIND FAPTUL CĂ SE POT COMBINA ÎNTRE ELE SAU SE POT SCINDA ÎN MULTIPLE PERSONALITĂŢI APARENTE.

De ce nu număraţi pur şi simplu maşinile care au fost construite după anumite persoane?

EXISTĂ UNELE PERSONALITĂŢI CIBERNETICE CARE PRETIND CĂ AU FOST PERSOANE PARTICULARE, DAR NU SUNT, DE

FAPT, DECÂT IMITAȚII ALE UNOR PERSOANE. COMISIA PUR ȘI SIMPLU NU A CONSIDERAT CĂ ERA ADECVAT.

Aș fi de acord – imitarea personalității nu o elimină pe aceasta din urmă. Ar trebui să fie rezultatul unei scanări neuronale complete.

PERSONAL, AM ÎNVĂȚAT SĂ EXTIND DEFINIȚIA, DAR MI-A FOST GREU SĂ CONCEP O METODOLOGIE COERENTĂ. COMISIA A FOST DE ACORD SĂ ANALIZEZE DIN NOU PROBLEMA ATUNCI CÂND SCANĂRILE VOR FI EXTINSE LA MAJORITATEA REGIUNILOR NEURONALE. ESTE UN SUBIECT DIFICIL ÎNSĂ. CHIAR EXISTĂ PERSOANE CARE ȘI-AU DEPLASAT MAJORITATEA OPERAȚIILOR MENTALE ÎN IMPLANTURI DE NANOTUBURI. IAR POLITICA PARE SĂ IMPUNĂ LUAREA ÎN CALCUL A CEL PUȚIN UNUI SUBSTRAT ORIGINAL NEAMPLIFICAT.

Substrat original? Vrei să spui neuroni umani?

EXACT. DACĂ NU IMPUI UN ANUMIT NIVEL DE GÂNDIRE BAZATĂ PE NEURONI, DEVINE IMPOSIBIL SĂ NUMERI MINȚILE DISTINCTE. ȘI TOTUȘI UNELE MAȘINI REUȘESC SĂ FIE NUMĂRATE. PARE SĂ LE FACĂ PLĂCERE INSTITUIREA UNEI IDENTITĂȚI UMANE ȘI SĂ TREACĂ DREPT UMANE. ESTE CA UN FEL DE JOC.

Trebuie să existe beneficii juridice ale deținerii unei identități umane recunoscute.

ESTE UN IMPAS. VECHIUL SISTEM JURIDIC NECESITĂ UN AGENT UMAN AL RESPONSABILITĂȚII. ÎNSĂ ACEEAȘI PROBLEMĂ, CINE SAU CE ESTE UMAN, INTERVINE ÎN CONTEXTUL JURIDIC. ORICUM, AȘA-NUMITELE DECIZII UMANE SUNT PROFUND INFLUENȚATE DE IMPLANTURI. IAR MAȘINILE NU IMPLEMENTEAZĂ DECIZII SEMNIFICATIVE FĂRĂ SĂ FACĂ PROPRIA LOR VERIFICARE. DAR PRESUPUN CĂ AI DREPTATE: EXISTĂ UNELE BENEFICII DACĂ EȘTI NUMĂRAT.

Dar dacă s-ar folosi Testul Turing ca mijloc de numărare?

NU AR MERGE NICIODATĂ. ÎN PRIMUL RÂND, NU AR CONSTITUI CINE ŞTIE CE ECRANARE. MAI MULT DE-ATÂT, AI AVEA DIN NOU ACEEAŞI PROBLEMĂ ÎN ALEGEREA UNUI JUDECĂTOR UMAN CARE SĂ REALIZEZE TESTUL TURING. IAR PROBLEMA NUMĂRĂRII AR RĂMÂNE VALABILĂ ÎN CONTINUARE. UITE, GEORGE, DE EXEMPLU. ESTE EXTRAORDINAR LA IMPRESII. DE REGULĂ, IMEDIAT DUPĂ CINĂ, MĂ DISTREAZĂ CU UN PERSONAJ PE CARE ÎL NĂSCOCEŞTE. AR PUTEA SĂ CREEZE MII DE PERSONALITĂŢI DACĂ AR VREA.

Apropo de George, el vrea să fie numărat?

OH, CRED CĂ VA FI. ESTE MULT MAI ÎNŢELEPT ŞI PRIETENOS DECÂT ORICINE DIN COMISIE. CRED CĂ EL ESTE MOTIVUL PENTRU CARE AM VRUT SĂ EXTIND DEFINIŢIA. GEORGE AR PUTEA REUŞI SĂ STABILEASCĂ CERINŢA ORIGINII IDENTITĂŢII, DACĂ AR VREA. DAR CHIAR NU-I PASĂ DE ASTA.

Pare să-i pese în special de tine.

HMMM. S-AR PUTEA.

Pari puţin frustrată de comisie.

EI BINE, ÎNŢELEG NEVOIA LOR DE A FI PRUDENŢI. DOAR CĂ AM IMPRESIA CĂ SUNT INFLUENŢAŢI NEJUSTIFICAT DE GRUPURILE RY.

Luddiţii, vreau să spun *Remember York*...

EXACT. SUNT PLINĂ DE ÎNŢELEGERE FAŢĂ DE O MULŢIME DINTRE SUBIECTELE DE ÎNGRIJORARE ALE GRUPURILOR YORK. DAR ÎN ULTIMA VREME AU ADOPTAT POZIŢII VOCALE ÎMPOTRIVA IMPLANTURILOR NEURONALE. CEEA CE ESTE PUR ŞI SIMPLU O ATITUDINE PREA RIGIDĂ. SE MAI OPUN, DE ASEMENEA, ORICĂROR CERCETĂRI PRIVIND SCANAREA NEURONALĂ.

Aşadar presează comisia de recensământ să păstreze o definiţie conservatoare referitoare la cine poate să fie considerat uman?

AŞA AŞ SPUNE. COMISIA NEAGĂ, DAR EXISTĂ UN CONSENS DIN CE ÎN CE MAI LARG CĂ OAMENII DIN GRUPURILE YORK SE FAC AUZIŢI PREA PUTERNIC. FRATELE DIRECTORULUI COMISIEI A FOST DE FAPT MEMBRU AL BRIGĂZII MANIFESTULUI FLORENCE.

Florence? Nu acolo e închis Kaczynski?

EXACT – FLORENCE, COLORADO. MANIFESTUL FLORENCE A FOST SCOS PE FURIŞ DE CĂTRE UNUL DINTRE GARDIENI ÎNAINTEA MORŢII LUI KACZYNSKI. A DEVENIT UN FEL DE BIBLIE PENTRU CELE MAI STRIDENTE FACŢIUNI YORK.

Sunt grupuri violente?

ÎN GENERAL, NU. VIOLENŢA AR FI CÂT SE POATE DE FUTILĂ. OCAZIONAL MAI APAR SINGURATICI VIOLENŢI SAU MICI GRUPURI VIOLENTE CARE SUSŢIN CĂ FAC PARTE DIN BRIDAGA FM, ÎNSĂ NU EXISTĂ NICIO DOVADĂ A UNEI CONSPIRAŢII EXTINSE.

Deci ce conţine Manifestul Florence?

ÎN CIUDA FAPTULUI CĂ A FOST SCRIS PE DE-A-NTREGUL DE MÂNĂ, CU CREIONUL, A FOST UN DOCUMENT DESTUL DE ARTICULAT ŞI EFICIENT, MAI ALES ÎN PRIVINŢA MOTIVELOR DE ÎNGRIJORARE GENERATE DE AGENŢII NANOPATOGENI.

Dar în ce constă îngrijorarea legată de agenţii nanopatogeni?

DE FAPT, TOCMAI AM PARTICIPAT LA O CONFERINŢĂ PE ACEASTĂ TEMĂ.

Ai participat virtual?

DE OBICEI, ACESTA ESTE MODUL ÎN CARE PARTICIPI LA CONFERINŢE ÎN ZILELE NOASTRE. ORICUM, ŞEDINŢELE CONFERINŢEI S-AU SUPRAPUS PESTE ÎNTÂLNIRILE COMISIEI, AŞA CĂ NU AVEAM DE ALES.

Poţi să participi la mai multe întâlniri în acelaşi timp?

DEVINE PUŢIN CAM CONFUZ. ORICUM, ESTE CAM ILOGIC SĂ PARTICIPI LA O ÎNTÂLNIRE ÎNDELUNGATĂ ŞI SĂ NU-ŢI FOLOSEŞTI TIMPUL UTIL.

De acord. Deci care a fost punctul de vedere al conferinţei?

ACUM, ÎN CONDIŢIILE ÎN CARE PREOCUPAREA LEGATĂ DE AGENŢII BIOPATOGENI – DATE FIIND TEHNOLOGIILE DE NANOPATRULĂ ŞI SCANARE ŞI AŞA MAI DEPARTE –, SE ACORDĂ O MAI MARE ATENŢIE AMENINŢĂRII NANOPATOGENILOR.

Cât de gravă e ameninţarea?

NANOPATOGENII NU AU REPREZENTAT O MARE PROBLEMĂ DEOCAMDATĂ. AM AVUT UN ATELIER LEGAT DE UN RECENT FENOMEN AL NANOPATRULELOR CARE S-AU OPUS PROTOCOALELOR DE COMUNICARE ŞI ASTA A DECLANŞAT NIŞTE SEMNALE DE ALARMĂ. ÎNSĂ SITUAŢIA NU ESTE NICI PE DEPARTE ASEMĂNĂTOARE CU CEA DIN 1999, CÂND PESTE 100.000 DE OAMENI MUREAU ANUAL, DIN CAUZA REACŢIILOR ALERGICE LA PREPARATELE FARMACEUTICE. ŞI ASTA ÎN CONDIŢIILE ÎN CARE MEDICAMENTELE ERAU PRESCRISE ŞI ADMINISTRATE CORECT.

Şi medicamentele din 2029?

ASTĂZI, MEDICAMENTELE SUNT REALIZATE PRIN INGINERIE GENETICĂ SPECIAL PENTRU COMPOZIŢIA ADN A INDIVIDULUI. UN FAPT INTERESANT, PROCESUL DE PRODUCŢIE CARE SE FOLOSEŞTE SE BAZEAZĂ PE ACŢIUNEA DE PLIERE A PROTEINELOR, CARE A FOST CONCEPUTĂ INIŢIAL PENTRU NANOPATRULE. ÎN ORICE CAZ, MEDICAMENTELE SUNT PERSONALIZATE INDIVIDUAL ŞI TESTATE PE O GAZDĂ SIMULATĂ ÎNAINTE DE A FI INTRODUSE ÎN CORPUL GAZDEI REALE. PRIN URMARE, REACŢIILE ADVERSE PE O SCARĂ SEMNIFICATIVĂ SUNT CÂT SE POATE DE RARE.

Deci nu există o îngrijorare prea mare legată de agenţii nanopatogeni?

NU AŞ SPUNE ASTA. S-A MANIFESTAT O ANUMITĂ PREOCUPARE LEGATĂ DE UNELE CERCETĂRI RECENTE DE AUTOREPLICARE.

Ar fi şi trebuit să se manifeste.

DAR PROPUNERILE DE RESTRUCTURARE A MEDIULUI PAR SĂ LE IMPUNĂ.

Să nu spui că nu te-am avertizat.

O SĂ ȚIN MINTE, DAR NU CĂ AȘ AVEA VREO INFLUENȚĂ ÎN ACEASTĂ DIRECȚIE.

Munca ta este legată în special de tema recensământului?

DA, ÎN ULTIMII CINCI ANI CEL PUȚIN. TREI ANI AM TOT CITIT GHIDUL DE STUDIU AL COMISIEI, AȘA CĂ AR TREBUI SĂ FIU ÎNDREPTĂȚITĂ SĂ IAU PARTE LA ȘEDINȚELE COMISIEI, CU TOATE CĂ ÎNCĂ NU AM DREPT DE VOT.

Deci ai avut un concediu de studii de trei ani?

M-AM SIMȚIT DIN NOU CA ÎN COLEGIU. ȘI ÎNVĂȚATUL A FOST LA FEL DE PLICTISITOR CA ATUNCI.

Implanturile neuronale nu ajută?

AH, SIGUR, ALTFEL NICI NU AȘ FI REUȘIT. DIN PĂCATE, TOT NU POT SĂ DESCARC PUR ȘI SIMPLU MATERIALUL, CA GEORGE. IMPLANTUL PREPROCESEAZĂ INFORMAȚIA ȘI ÎMI FURNIZEAZĂ RAPID CUNOȘTINȚELE PREPROCESATE. DAR ADESEORI ESTE DESCURAJANT; DUREAZĂ ATÂT DE MULT. GEORGE MI-A FOST DE MARE AJUTOR. PARCĂ MI-AR FI ȘOPTIT CÂND MĂ ÎNCURCAM CU CÂTE CEVA.

Și concediul de studii de trei ani s-a sfârșit?

CAM ACUM UN AN, ȘEDINȚELE COMISIEI AU DEVENIT DESTUL DE ÎNCINSE ȘI M-AM CONCENTRAT PE ASTA. ACUM, CÂND NU MAI E DECÂT UN AN PÂNĂ LA RECENSĂMÂNT, LUCRĂM LA IMPLEMENTARE. AȘA CĂ, ÎN AFARA PROCESULUI, CU ASTA MĂ OCUP.

Proces?

OH, O DISPUTĂ OBIȘNUITĂ ASUPRA PROPRIETĂȚII INTELECTUALE. PATENTUL MEU PRIVITOR LA UN ALGORITM EVOLUȚIONIST DEZVOLTAT DE RECUNOAȘTERE

A TIPARELOR ÎN SCOPUL DETECTĂRII DE CĂTRE NANOPATRULE A DEZECHILIBRELOR CELULARE A FOST ATACAT ÎN BAZA UNUI PRECEDENT DIN DOMENIUL ARTEI. ÎNTÂMPLAREA A FĂCUT SĂ MENŢIONEZ ÎN CADRUL UNUI GRUP DE DISCUŢII CĂ, DUPĂ PĂREREA MEA, ERAU VIOLATE MAI MULTE PATENTE ŞI, ÎN BAZA AFIRMAŢIILOR, M-AM TREZIT BRUSC CU UN PROCES INTENTAT DE INDUSTRIA NANOPATRULELOR.

N-am ştiut că ai chiar lucrat la nanopatrule.

CA SĂ FIU ABSOLUT CINSTITĂ, A FOST INVENŢIA LUI GEORGE, DAR EL AVEA NEVOIE DE UN AGENT RESPONSABIL.

Pentru că nu are niciun drept.

ADEVĂRAT, MAI EXISTĂ UNELE LIMITĂRI, DACĂ NU-ŢI POŢI STABILI ORIGINILE UMANE.

Şi cum o să se rezolve treaba asta?

MERGE ÎN INSTANŢĂ LUNA VIITOARE.

Poate să fie foarte frustrant să ajungi cu subiectele astea tehnice în tribunal.

OH, JUDECĂTORUL ŞTIE POVESTEA. ESTE UN EXPERT ÎN RECUNOAŞTEREA TIPARELOR DE CĂTRE NANOPATRULE.

Nu prea seamănă cu judecătorii pe care îi ştiu eu.

EXPANSIUNEA SISTEMULUI MAGISTRATURII A FOST UN PROGRES POZITIV. DACĂ NE-AM FI LIMITAT DOAR LA JUDECĂTORII UMANI...

Ah, deci judecătorul este...

O INTELIGENŢĂ VIRTUALĂ, DA.

Deci maşinile chiar au un anumit statut juridic.

OFICIAL, MAGISTRAŢII VIRTUALI SUNT AGENŢI AI JUDECĂTORULUI UMAN AL TRIBUNALULUI RESPECTIV, DAR MAJORITATEA DECIZIILOR LE IAU EI.

Înţeleg, pare că aceşti magistraţi sunt cât se poate de influenţi.

REALMENTE NU EXISTĂ ALTĂ POSIBILITATE. TEMELE SUNT FOARTE COMPLICATE ŞI PROCESUL AR DURA PREA MULT ALTFEL.

Înţeleg. Acum povesteşte-mi despre fiul tău.

ESTE ÎN ANUL DOI LA STANFORD ŞI ÎI MERGE FOARTE BINE.

Cu siguranţă au un campus foarte frumos.

DA, M-AM UITAT LUNG LA OVAL ŞI LA STEA. JEREMY ARE DE ZECE ANI PROIECŢIILE TRIDIMENSIONALE ALE CAMPUSULUI DE LA STANFORD PE PORTALUL DE FOTOGRAFII.

Atunci înseamnă că se simte ca la el acasă.

ESTE ACASĂ. E JOS.

Deci se duce la cursuri în chip virtual.

AŞA FAC CEI MAI MULŢI DINTRE STUDENŢI. DAR STANFORD ARE NIŞTE LEGI ANACRONICE: SĂ PETRECI CEL PUŢIN O SĂPTĂMÂNĂ ÎN FIECARE TRIMESTRU AFLÂNDU-TE **practic** ÎN CAMPUS.

Cu corpul fizic adică?

EXACT, CEEA CE FACE DIFICIL CA O INTELIGENŢĂ ARTIFICIALĂ SĂ URMEZE CURSURILE ÎN MOD OFICIAL.

Nu că ar avea nevoie, de vreme ce poate să descarce cunoştinţele direct de pe web.

NU DE CUNOŞTINŢE ESTE VORBA, CI DESPRE GRUPURILE DE DISCUŢII, CARE AR FI INTERESANTE.

Şi nu se poate ca oricine să ia parte la aceste grupuri de discuţii?

NUMAI LA DISCUŢIILE DESCHISE. EXISTĂ O MULŢIME DE GRUPURI ÎNCHISE DE DISCUŢII...

Care sunt pe web?

SIGUR CĂ SUNT PE WEB, DAR AI NEVOIE DE O CHEIE.

Aha, deci aşa urmează Jeremy cursurile de acasă?

EXACT. JEREMY ŞI GEORGE S-AU APROPIAT DESTUL DE MULT ÎN ULTIMA VREME, AŞA CĂ JEREMY ÎL LASĂ PE GEORGE SĂ ASCULTE ŞEDINŢELE ÎNCHISE, DAR NU SPUNE ASTA NIMĂNUI.

Buzele mele sunt pecetluite. Nu le voi spune decât celorlalţi cititori ai mei.

EI BINE, ŞI EI TREBUIE SĂ RESPECTE CONFIDENŢIALITATEA.

O să le transmit.

SPER SĂ FIE BINE. ORICUM, GEORGE ÎL AJUTĂ PE JEREMY LA TEME CHIAR ACUM.

Sper că nu i le face George de la cap la coadă.

OH, GEORGE NU AR FACE AŞA CEVA. DOAR ÎL AJUTĂ. NE AJUTĂ PE TOŢI. CHIAR NU NE-AM DESCURCA ALTFEL.

Ştii, mi-ar fi şi mie de folos. M-ar putea ajuta să respect termenul pe care îl am pentru predarea cărţii.

EI, GEORGE E DEŞTEPT, DAR MĂ TEM CĂ NU POSEDĂ TEHNOLOGIA LICENŢEI POETICE DE CARE TE FOLOSEŞTI TU CA SĂ VORBEŞTI CU MINE LA O DISTANŢĂ DE TREIZECI DE ANI.

Mare păcat.

DAR TE AJUT EU BUCUROASĂ.

Da, ştiu, deja m-ai ajutat.

Capitolul doisprezece

2099

Când mă uit pe fereastră,
ce crezi că văd?
...atât de mulţi oameni diferiţi care vor fi.

– Donovan

Ştim ce suntem, dar nu ştim ce putem deveni.

– William Shakespeare

Gândirea omenească se contopeşte cu inteligenţa maşinilor, pe care a creat-o însăşi specia umană.

Reproducerea creierului uman prin mijloacele retroingineriei pare a fi completă. Sutele de regiuni specializate au fost scanate, analizate şi înţelese în întregime. Analoagele maşinilor se bazează pe aceste modele umane, care au fost dezvoltate şi extinse, laolaltă cu mulţi algoritmi noi masiv paraleli. Aceste progrese, combinate cu enormele avantaje ale vitezei şi capacităţii circuitelor electronice/fotonice, asigură un spor substanţial inteligenţei maşinilor.

Inteligenţele maşinilor derivate exclusiv din modele ale inteligenţei umane pretind că sunt umane, cu toate că creierul lor nu se bazează pe procese produse în celule bazate pe carbon, ci pe „echivalentele" electronice şi fotonice ale acestora. Majoritatea inteligenţelor artificiale nu sunt legate de o unitate specifică de procesare computaţională (respectiv de un hardware). Numărul oamenilor bazaţi pe software îl depăşeşte cu mult pe cel al oamenilor care folosesc în continuare computaţia neuronală nativă. Inteligenţa bazată pe software este capabilă să manifeste corpuri după dorinţă: unul sau mai multe la diferite nivele ale realităţii virtuale şi corpuri fizice rezultate ale nanoingineriei, care utilizează roiuri de nanoboţi şi sunt reconfigurabile instantaneu.

Chiar şi în rândul inteligenţelor umane care folosesc în continuare neuroni pe bază de carbon, este omniprezentă tehnologia

implanturilor neuronale, care asigură o amplificare enormă a capacităţilor de percepţie şi cognitive. Oamenii care nu apelează la asemenea implanturi nu sunt capabili să participe în mod semnificativ la dialogurile cu cei care le posedă. Există o multitudine de moduri în care se combină aceste scenarii. Conceptul a ceea ce este uman s-a modificat semnificativ. Drepturile şi puterile diferitelor manifestări ale inteligenţei omului şi maşinii şi diversele lor combinaţii constituie un subiect politic şi filosofic de prim-rang, cu toate că au fost consfinţite şi drepturile fundamentale ale inteligenţei maşinilor.

Există o multitudine de curente pe care le putem deja gusta şi pipăi în anul 2099 şi care vor continua să se accelereze în apropiatul secol XXII, interacţionând între ele şi...

DA, DA, CUM ÎI PLĂCEA LUI NIELS BOHR SĂ SPUNĂ, „ESTE GREU SĂ ANTICIPEZI, MAI ALES VIITORUL." AŞA CĂ DE CE NU CONTINUI CU OBSERVAŢIILE MELE, MAI BINE? VA FI MAI UŞOR ŞI MAI PUŢIN CONFUZ.

Poate că e logic.

LA URMA URMELOR, O SUTĂ DE ANI ÎNSEAMNĂ FOARTE MULT ŞI SECOLUL XXI A FĂCUT CÂT ZECE SECOLE LA UN LOC.

Noi credeam că asta a fost valabil pentru secolul XX.

SPIRALA ACCELERĂRII VENITURILOR ESTE ÎN CONTINUARE VALABILĂ.

Nu mă surprinde. În orice caz, arăţi uimitor.

AŞA SPUI DE FIECARE DATĂ CÂND NE ÎNTÂLNIM.

Vreau să spun că arăţi din nou de douăzeci de ani, doar că mai frumoasă decât la începutul cărţii.

ŞTIAM CĂ AŞA O SĂ MĂ VREI.

Ce să spun, acum o să mă acuzi că prefer femeile tinere.

MĂ BUCUR CĂ TRĂIESC ÎN 2099.

Mulţumesc.

HEI, POT SĂ FIU ŞI URÂTĂ.

E bine aşa.

ZĂU, POT SĂ FIU URÂTĂ DACĂ NU-MI SCHIMB ASPECTUL. E CA ÎN CITATUL ACELA DIN WITTGENSTEIN, „IMAGINEAZĂ-ŢI FLUTURELE ACESTA AŞA CUM ESTE, DOAR CĂ URÂT ÎN LOC DE FRUMOS."

Întotdeauna m-a cam pus pe gânduri acest citat, dar mă bucur că citezi din gânditorii secolului XX.

PĂI NU AI AVEA CUM SĂ FII FAMILIARIZAT CU CEI AI SECOLULUI XXI.

Deci îţi manifeşti acest aspect. Dar eu nu pot să văd în realitatea virtuală, aşa că nu...

ÎNŢELEGI CUM DE MĂ POŢI VEDEA?

Exact.

ÎN CLIPA ASTA, CORPUL MEU ESTE DOAR O PROIECŢIE DINTR-UN MIC NOR DE CEAŢĂ, NU?

Nu-i rău, nu-i rău deloc. Şi pari să te simţi foarte bine, nu?

M-AM GÂNDIT CĂ TE-AŞ FI ÎMBRĂŢIŞAT, MĂ REFER LA FAPTUL CĂ APROAPE AI TERMINAT CARTEA.

Asta da tehnologie.

OH, NU MAI FOLOSIM ROIURILE CHIAR ATÂT DE MULT.

Ultima oară când te-am văzut, nu existau roiuri de nanoboţi. Acum aproape că le-ai depăşit utilizarea. Cred că am sărit o fază.

OH, UNA SAU DOUĂ. AU TRECUT ŞAPTEZECI DE ANI DE CÂND NE-AM VĂZUT ULTIMA OARĂ! ŞI ÎNCĂ ŞAPTEZECI DE ANI ÎNTR-O CONTINUĂ ACCELERARE.

Va trebui să ne vedem mai des.

NU ŞTIU DACĂ ACEST LUCRU VA FI POSIBIL. AI SPUS CĂ TE-APROPII DE SFÂRŞIT CU CARTEA.

Deci tu şi George tot mai sunteţi apropiaţi?

OH, FOARTE APROPIAŢI. NU NE DESPĂRŢIM NICIODATĂ.

Niciodată? Nu vă plictisiţi unul de altul?

TU TE PLICTISEŞTI VREODATĂ DE TINE ÎNSUŢI?

Practic, uneori da. Dar vrei să spui că tu şi George aţi... care e cuvântul potrivit...

FUZIONAT?

Hmmm. E ca un fel de fuziune corporatistă?

MAI CURÂND CA O CONTOPIRE A DOUĂ SOCIETĂŢI.

Două societăţi ale minţii?

EXACT. MINŢILE NOASTRE SUNT ACUM O SINGURĂ SOCIETATE, MARE ŞI FERICITĂ.

Femela-păianjen care devorează micul mascul-păianjen?

OH, NU, GEORGE ESTE MARELE PĂIANJEN. MINTEA LUI ERA CA...

O galaxie?

BINE, HAI SĂ NU NE LĂSĂM PURTAŢI DE VAL, POATE CA UN MARE SISTEM SOLAR.

Deci v-aţi unit societăţile sau ceva de felul ăsta. Deci nu mai puteţi să faceţi dragoste unul cu altul?

ÎN NICIUN CAZ NU DECURGE AŞA CEVA DE AICI.

În regulă, presupun că lucrurile depăşesc puterea mea de înţelegere din 1999.

NICI ASTA NU DECURGE DE AICI. ASPECTUL PROFUND LEGAT DE FIINŢELE UMANE – CHIAR ŞI DE MOSH – ESTE CĂ APROAPE NIMIC NU NE DEPĂŞEŞTE CAPACITATEA DE

A ÎNŢELEGE. ACEST LUCRU NU ERA VALABIL NICI MĂCAR PENTRU CELELALTE PRIMATE.

În regulă, am o groază de întrebări acum. MOSH?

OH, OAMENI CU SUBSTRAT MAJORITAR UMAN.

Da, desigur – neprogresaţi...

EXACT.

Dar cum poţi fi intimă cu George acum, că v-aţi unit forţele, ca să spun aşa?

EI BINE, AŞA CUM SPUNE BARRY SPACKS ÎNTR-O POEZIE...

Vrei să zici „Îndoit de dorinţa-i arzătoare, murmură suspine femeieşti..."

EXACT, VREAU SĂ SPUN CĂ ORICE MOSH SE SCINDEAZĂ...

Când sunt singuri...

SAU ÎNTRE EI. E CEVA SUPREM, NU CREZI, SĂ DEVII CEALALTĂ PERSOANĂ ŞI SĂ FII ŞI TU ÎN ACELAŞI TIMP.

Mai ales când cealaltă persoană este parte din tine.

SIGUR. DAR GEORGE ŞI CU MINE PUTEM SĂ NE SCINDĂM – SAU CEL PUŢIN STRATURILE NOASTRE EXTERIOARE.

Straturi?

BINE, POATE CĂ UNELE LUCRURI SUNT TOTUŞI GREU DE EXPLICAT UNUI MOSH, CHIAR ŞI UNUIA DRĂGUŢ CUM EŞTI TU.

Mda, un MOSH care te-a creat pe tine, nu uita asta.

OH, NU VOI UITA NICIODATĂ. ÎŢI VOI FI ETERN RECUNOSCĂTOARE. POŢI CONSIDERA CĂ STRATURILE EXTERIOARE AR FI PERSONALITĂŢILE NOASTRE.

Deci vă separaţi personalităţile...

UNEORI. DAR CONTINUĂM SĂ NE ÎMPĂRTĂŞIM STOCURILE DE CUNOAŞTERE.

S-ar părea că voi doi aveţi o mulţime de lucruri în comun.

[CHICOTELI]

Văd că ţi-ai păstrat vechea personalitate.

DESIGUR, MI-AM PĂSTRAT VECHEA PERSONALITATE. ARE O MARE VALOARE SENTIMENTALĂ PENTRU MINE.

Înţeleg, deci mai ai şi altele?

MDA, PREFERATELE FIIND VREO CÂTEVA PE CARE MI LE-A PROPUS GEORGE.

Creativ omul.

OH, DA.

Mă rog, să ai mai multe personalităţi nu e ceva chiar atât de special. Au existat asemenea persoane şi în secolul XX.

BINE, ÎMI AMINTESC. ÎNSĂ NU EXISTA SUFICIENT SPAŢIU DE GÂNDIRE PENTRU TOATE ACESTE PERSONALITĂŢI, ATUNCI CÂND ELE ERAU BLOCATE ÎNTR-UN SINGUR CREIER DE MOSH. AŞADAR ERA DIFICIL PENTRU ACESTE PERSONALITĂŢI SĂ AIBĂ SUCCES ÎN VIAŢĂ.

Bine, deci tu ce faci acum?

VORBESC CU TINE.

Da, ştiu, dar ce altceva mai faci?

NU CINE ŞTIE CE. ÎNCERC SĂ-ŢI ACORD CÂT MAI MULTĂ ATENŢIE.

Nu cine ştie ce? Deci faci şi altceva.

ZĂU CĂ NU MĂ POT GÂNDI LA ALTCEVA.

Ei bine, relaţionezi cu altcineva în acest moment?

EŞTI CAM BĂGĂCIOS.

Am stabilit deja asta, de zeci de ani. Dar acest fapt nu răspunde la întrebare.

EI BINE, NU TOCMAI.

Nu tocmai? Deci așa e.

BINE, ÎN REGULĂ, ÎN AFARĂ DE GEORGE, NU TOCMAI.

Mă bucur că nu îți abat atenția prea mult. În regulă – și altceva?

TOCMAI TERMIN O SIMFONIE.

Este un nou subiect care te pasionează?

REALMENTE NU FAC DECÂT SĂ MĂ JOC, DAR CREAREA MUZICII ESTE UN MOD MINUNAT PENTRU MINE DE A FI APROAPE DE JEREMY ȘI EMILY.

Să creezi muzică pare a fi un lucru minunat de făcut cu copiii, chiar dacă au aproape nouăzeci de ani. Și pot să o aud și eu?

MĂ TEM CĂ NU AI ÎNȚELEGE-O.

Deci este necesară dezvoltarea pentru a o înțelege?

DA, CEA MAI MARE PARTE A ARTEI ARE NEVOIE DE ASTA. ÎN PRIMUL RÂND, SIMFONIA ACEASTA ESTE ÎN FRECVENȚE PE CARE UN MOSH NU LE POATE AUZI ȘI ARE UN TEMPO MULT PREA RAPID. ÎN PLUS, FOLOSEȘTE STRUCTURI MUZICALE PE CARE UN MOSH NU LE-AR PUTEA URMĂRI VREODATĂ.

Poți să creezi artă și pentru oameni nedezvoltați? Vreau să spun: este accesibilă o mare profunzime? Gândește-te la Beethoven – a compus cu aproape două secole în urmă și încă mai considerăm că muzica lui este înălțătoare.

DA, EXISTĂ UN GEN MUZICAL – LUCRU VALABIL PENTRU TOATE ARTELE DE FAPT – ÎN CADRUL CĂRUIA CREĂM O MUZICĂ PE CARE ESTE CAPABIL SĂ O ÎNȚELEAGĂ ȘI UN MOSH.

Și apoi puneți muzică MOSH pentru MOSH?

HMMM, E O IDEE INTERESANTĂ. PRESUPUN CĂ AM PUTEA ÎNCERCA ASTA, CU TOATE CĂ MOSH-II NU MAI SUNT ATÂT DE UȘOR DE GĂSIT ÎN ZILELE NOASTRE. CHIAR NU ESTE NECESAR, ÎNSĂ. DESIGUR, PUTEM ÎNȚELEGE CE ANUME POATE ÎNȚELEGE UN MOSH. IDEEA, ÎNSĂ, ESTE SĂ

FOLOSIM LIMITELE UNUI MOSH CA PE O CONSTRÂNGERE SUPLIMENTARĂ.

E cam ca şi cum ai compune muzică nouă pentru instrumente vechi.

DA, MUZICĂ NOUĂ PENTRU MINŢI VECHI.

În regulă, deci în afara, mă rog, dialogului tău cu George şi a acestei simfonii, beneficiez de atenţia ta totală?

EI BINE, ACUM ÎMPART CU GEORGE UN HAMBURGER LA PRÂNZ.

Credeam că eşti vegetariană.

NU ESTE UN HAMBURGER DE VITĂ, PROSTUŢULE.

Desigur, este un hamburger dintr-un roi.

NU, NU, ÎNCEPI SĂ FACI CONFUZII. AM AVUT HRANĂ OBŢINUTĂ PRIN NANOPRODUCŢIE CAM ÎN URMĂ CU O JUMĂTATE DE SECOL. AŞA CĂ PUTEAM SĂ MÂNCĂM CARNE SAU ORICE VOIAM, DAR ACEASTA NU PROVENEA DE LA ANIMALE ŞI NU AVEA COMPOZIŢIA NUTRITIVĂ ADECVATĂ. DAR, CHIAR ŞI AŞA, NU AI VREA SĂ MĂNÂNCI PROIECŢIA UNUI ROI – ROIURILE SUNT DOAR PROIECŢIILE VIZUALE, AUDITIVE, TACTILE ÎN REALITATEA REALĂ. ÎNŢELEGI?

Oh, sigur.

EI BINE, ÎN URMĂ CU ZECI DE ANI, CORPURILE NOASTRE AU FOST ÎNLOCUITE PRACTIC DE ORGANE OBŢINUTE PRIN NANOCONSTRUCŢIE. AŞA CĂ NU AM MAI AVUT NEVOIE SĂ NE HRĂNIM ÎN REALITATEA REALĂ. DAR NE FACE ÎN CONTINUARE PLĂCERE SĂ STĂM ÎMPREUNĂ LA MASĂ ÎN REALITATEA VIRTUALĂ. ORICUM, CORPURILE OBŢINUTE PRIN NANOCONSTRUCŢIE ERAU DESTUL DE INFLEXIBILE. ADICĂ AVEAI NEVOIE DE SECUNDE ÎNTREGI CA SĂ LE RESTRUCTUREZI ÎNTR-O ALTĂ FORMĂ. AŞA CĂ ASTĂZI, CÂND ESTE NECESAR SAU DEZIRABIL, PUR ŞI SIMPLU PROIECTĂM UN CORP ADECVAT.

Folosind roiurile de nanoboţi?

ACESTA AR FI UN MOD. ASTA FAC ACUM CU TINE.

Pentru că sunt un MOSH.

EXACT, DAR, ÎN MAJORITATEA CELORLALTE CIRCUMSTANŢE, FOLOSESC PUR ŞI SIMPLU UN CANAL VIRTUAL DISPONIBIL.

În regulă, cred că acum te înţeleg.

AŞA CUM ŢI-AM SPUS, UN MOSH POATE SĂ ÎNŢELEAGĂ APROAPE ORICE. AVEM FOARTE MULT RESPECT FAŢĂ DE MOSH-I.

La urma urmelor, este moştenirea voastră.

EXACT ŞI, ORICUM, ESTE OBLIGATORIU, PRIN LEGISLAŢIA STRĂBUNILOR.

În regulă, stai să ghicesc. Un MOSH era protejat prin faptul că era străbunul minţilor native.

DA, DAR NU NUMAI UN MOSH. DE FAPT EXISTĂ UN PROGRAM DE PROTEJARE A ÎNTREGULUI NOSTRU DREPT PRIN NAŞTERE, UN SEMN DE RESPECT FAŢĂ DE ORIGINILE NOASTRE.

Deci vă place în continuare să mâncaţi.

SIGUR. PENTRU CĂ BAZELE NOASTRE SE AFLĂ ÎN MOŞTENIREA MOSH, EXPERIENŢELE NOASTRE – HRĂNIREA, MUZICA, SEXUALITATEA – AU UN FUNDAMENT VECHI, CHIAR DACĂ MULT DEZVOLTAT. PE DE ALTĂ PARTE ÎNSĂ, AVEM O GAMĂ FOARTE VARIATĂ DE EXPERIENŢE ACTUALE ALE CĂROR ORIGINI SUNT DIFICIL DE IDENTIFICAT, DEŞI ANTROPOLOGII CONTINUĂ SĂ ÎNCERCE.

Mă surprinde că mai eşti interesată de un hamburger.

ESTE UN ECOU, ŞTIU CĂ MULTE DINTRE ACTELE ŞI GÂNDURILE NOASTRE ÎŞI AU RĂDĂCINILE ÎN TRECUT. DAR ACUM, CĂ AI ADUS VORBA, CRED CĂ MI-A PIERIT POFTA.

Îmi pare rău.

MDA, PĂI, MĂ ROG, AR TREBUI SĂ FIU MAI SENSIBILĂ. SHELBY, O BUNĂ PRIETENĂ A MEA, ARATĂ CA O VACĂ SAU CEL PUŢIN AŞA SE MANIFESTĂ TOT TIMPUL. SUSŢINE CĂ A FOST VACĂ, TRANSFORMATĂ ŞI DEZVOLTATĂ. DAR NU O CREDE NIMENI.

Spune-mi, câtă satisfacţie îţi provoacă faptul de a mânca un hamburger virtual în realitatea virtuală?

CÂT SE POATE DE MULTĂ – TEXTURA, GUSTUL, AROMA SUNT MINUNATE, EXACT CUM MI LE AMINTESC, CHIAR DACĂ AM FOST MAI MULT VEGETARIANĂ. MODELELE NEURONALE NU-ŢI STIMULEAZĂ NUMAI MEDIILE VIZUAL, AUDITIV ŞI TACTIL, CI ŞI MEDIILE INTERNE.

Inclusiv digestia?

DA, MODELUL DIGESTIEI BIOCHIMICE ESTE CÂT SE POATE DE PRECIS.

Dar cum rămâne cu indigestia?

S-AR PĂREA CĂ REUŞIM SĂ O EVITĂM.

Pierzi din vedere ceva.

HMMM.

În regulă, erai o tânără atrăgătoare când te-am cunoscut. Şi încă te proiectezi ca o femeie tânără şi frumoasă. Cel puţin când sunt eu de faţă.

MERSI.

Deci vrei să spui că acum eşti o maşină?

O MAŞINĂ? CHIAR NU ESTE DE CĂDEREA MEA S-O SPUN. E CA ŞI CUM M-AI ÎNTREBA DACĂ SUNT STRĂLUCITĂ SAU MODEL PENTRU ALŢII.

Presupun că în anul 2099 cuvântul maşină nu are aceleaşi conotaţii ca acum, în 1999.

ÎMI ESTE GREU SĂ-MI AMINTESC ACEST LUCRU.

În regulă, hai să spunem așa: mai ai circuite neuronale pe bază de carbon?

CIRCUITE, NU SUNT SIGURĂ CĂ ÎNȚELEG. VREI SĂ SPUI CIRCUITELE MELE PROPRII?

Doamne, cred că a trecut mult prea mult timp.

ÎN REGULĂ, UITE CE E, AM AVUT PROPRIUL NOSTRU MEDIU MENTAL TIMP DE CÂTEVA DECENII ȘI MAI EXISTĂ ÎNCĂ INTELIGENȚE LOCALE CĂRORA LE PLACE SĂ RĂMÂNĂ LEGATE DE O ANUMITĂ UNITATE DE COMPUTAȚIE. DAR ESTE O REFLECTARE A UNEI VECHI ANXIETĂȚI DE ATAȘAMENT. ACESTE INTELIGENȚE LOCALE GÂNDESC ORICUM ÎN CEA MAI MARE MĂSURĂ ÎN AFARA WEB-ULUI, CEEA CE ÎNSEAMNĂ UN ANACRONISM SENTIMENTAL.

Un anacronism, cum ar fi să ai propriul tău corp?

POT SĂ AM PROPRIUL MEU CORP ORICÂND VREAU.

Dar nu ai un substrat neuronal specific?

DE CE AȘ VREA AȘA CEVA? N-AR FACE DECÂT SĂ PRESUPUNĂ O GROAZĂ DE MENTENANȚĂ ȘI M-AR LIMITA FOARTE MULT.

Deci, la un moment dat, circuitele neuronale ale lui Molly au fost scanate?

DA, ALE MELE, MOLLY. ȘI, APROPO, NU S-A ÎNTÂMPLAT DEODATĂ.

Dar nu te întrebi dacă mai eşti aceeaşi persoană?

SIGUR CĂ MĂ ÎNTREB. ÎMI AMINTESC FOARTE CLAR DE EXPERIENȚELE TRĂITE ÎNAINTE DE SCANAREA MINȚII, ÎN CURSUL DECENIULUI ÎN CARE AU FOST REINSTALATE UNELE PORȚIUNI ȘI DE ATUNCI ÎNCOACE.

Sigur, ai moştenit o mulţime de amintiri ale lui Molly.

OH, NU. IAR ACEST SUBIECT!

Nu vreau să te contest. Dar gândeşte-te numai că scanarea neuronală a lui Molly a fost instalată pe o copie, care a devenit tu.

S-ar putea ca Molly să fi continuat să existe şi să fi evoluat într-o altă direcţie.

PUR ŞI SIMPLU, NOI NU CONSIDERĂM CĂ ASTA AR FI O PERSPECTIVĂ VALIDĂ. AM LĂMURIT ACEASTĂ CHESTIUNE ACUM CEL PUŢIN DOUĂZECI DE ANI.

Ei bine, sigur că asta crezi acum. Te afli de cealaltă parte.

PĂI TOATĂ LUMEA ESTE LA FEL.

Toată lumea?

ÎN REGULĂ, NU CHIAR TOATĂ LUMEA. DAR NU AM NICIO ÎNDOIALĂ CĂ...

Că eşti Molly.

CRED CĂ ŞTIU CINE SUNT.

Ei bine, nu am nicio problemă cu tine ca Molly.

VOI, MOSH-ILOR, AŢI FOST ÎNTOTDEAUNA FRAIERI.

E greu să concureze cineva cu voi cei de cealaltă parte.

SIGUR CĂ E. DE ACEEA MAJORITATEA NE AFLĂM AICI.

Nu sunt sigur că aş putea împinge şi mai departe subiectul identităţii.

ACESTA ESTE UNUL DINTRE MOTIVELE PENTRU CARE NICI NU MAI CONSTITUIE UN SUBIECT.

Hai să vorbim despre munca ta. Mai eşti consultant pentru comisia de recensământ?

AM FOST ÎN COMISIE JUMĂTATE DE SECOL, DAR M-AM CAM SĂTURAT DE EA. ORICUM, ACUM SUBIECTUL ESTE ÎN MARE MĂSURĂ IMPLEMENTAREA.

Deci subiectul modului de realizare a numărării este rezolvat?

NU MAI NUMĂRĂM OAMENI. A DEVENIT CLAR CĂ NUMĂRAREA PERSOANELOR INDIVIDUALE NU ERA PREA SEMNIFICATIVĂ. AŞA CUM A REMARCAT IRIS MURDOCH,

„ESTE GREU DE SPUS UNDE ÎNCEPE O PERSOANĂ ŞI UNDE SE TERMINĂ ALTA." E CAM CA ŞI CUM AI ÎNCERCA SĂ NUMERI IDEI SAU GÂNDURI.

Şi atunci ce se numără?

ÎN MOD EVIDENT, NUMĂRĂM OPERAŢIILE.

Vrei să spui calculele pe secundă.

HMMM, E CEVA MAI COMPLICAT DE-ATÂT, DIN CAUZA CAPACITĂŢILOR CUANTICE DE CALCUL.

Nu m-am aşteptat să fie simplu. Dar care e ideea de bază?

MĂ ROG, FĂRĂ OPERAREA CUANTICĂ, SUNTEM PE LA 10^{55} CALCULE PE SECUNDĂ.[1]

De persoană?

NU, FIECARE PRIMIM ORICE CAPACITATE DE CALCUL VREM. ACEASTA ESTE CIFRA TOTALĂ.

Pentru întreaga planetă?

CAM DA. ADICĂ NU TOATĂ ESTE LOCALIZATĂ PE PLANETĂ.

Şi operarea cuantică?

EI BINE, APROXIMATIV 10^{42} DINTRE OPERAŢII SUNT CUANTICE, APROXIMATIV 1.000 QU-BIŢI REPREZENTÂND MEDIA. DECI ASTA ECHIVALEAZĂ CU APROXIMATIV 10^{342} OPERAŢII PE SECUNDĂ, DAR OPERAŢIILE CUANTICE NU SUNT TOATE DESTINATE SCOPURILOR GENERALE, ASTFEL ÎNCÂT CIFRA DE 10^{55} ESTE ÎN CONTINUARE RELEVANTĂ.[2]

Hmmm, eu am numai în jur de 10 operaţii pe secundă în creierul meu de MOSH – şi asta într-o zi bună.

S-AR PĂREA CĂ ÎN CREIERUL TĂU DE MOSH SE MAI PRODUC ŞI CÂTEVA OPERAŢII CUANTICE, AŞA CĂ E CEVA MAI MARE.

E încurajator. Deci, dacă nu lucrezi la recensământ, cu ce te ocupi?

NOI NU AVEM, PRACTIC, SLUJBE.

Ştiu cum e.

DE FAPT, NU EŞTI UN MODEL RĂU LA SFÂRŞITUL SECOLULUI XXI. ÎN ESENŢĂ, SUNTEM TOŢI ANTREPRENORI.

S-ar părea că unele lucruri au apucat-o în direcţia bună. Deci care sunt câteva dintre ocupaţiile tale?

O IDEE PE CARE O AM ESTE UN MOD UNIC DE CATALOGARE A NOILOR PROPUNERI TEHNOLOGICE. ESTE O CHESTIUNE CARE ŢINE DE ASOCIEREA STRUCTURILOR DE CUNOŞTINŢE ALE UTILIZATORULUI CU CUNOŞTINŢELE WEB-ULUI EXTERN, IAR PE URMĂ INTEGRAREA TIPARELOR RELEVANTE.

Nu sunt sigur că te înţeleg. Dă-mi un exemplu de propunere recentă de cercetare pe care ai catalogat-o.

CEA MAI MARE PARTE A CATALOGĂRII SE FACE AUTOMAT. ÎNSĂ M-AM IMPLICAT PERSONAL ÎN ÎNCERCAREA DE CALIFICARE A UNORA DINTRE CELE MAI RECENTE PROPUNERI DE FEMTOINGINERIE.[3]

Femto, adică a mia parte din a mia miliarda parte dintr-un metru?

EXACT. DREXLER A SCRIS O SERIE DE LUCRĂRI CARE DEMONSTREAZĂ FEZABILITATEA UNEI TEHNOLOGII DE CONSTRUCŢII LA SCARA FEMTO, ÎN ESENŢĂ EXPLOATÂND STRUCTURI FINE DIN QUARCURI CARE SĂ REALIZEZE OPERAŢII.

A făcut cineva aşa ceva?

NIMENI NU A DEMONSTRAT-O, DAR LUCRĂRILE LUI DREXLER PAR SĂ ARATE CĂ ESTE PRACTICĂ, SAU CEL PUŢIN ACESTA ESTE PUNCTUL MEU DE VEDERE, DAR ESTE CÂT SE POATE DE CONTROVERSAT.

Este acelaşi Drexler care a dezvoltat conceptul de nanotehnologie în decursul anilor 1970 şi 1980?

DA. ERIC DREXLER.

Asta înseamnă că are în jur de 150 de ani, aşa că trebuie să fie de partea cealaltă.

BINEÎNȚELES, ORICINE FACE LUCRĂRI SERIOASE TREBUIE SĂ SE AFLE DE PARTEA CEALALTĂ.

Ai menționat niște lucrări, în sensul că pe hârtie. Mai aveți hârtie?

DA, MĂ ROG, UNII TERMENI ARHAICI S-AU ÎNRĂDĂCINAT. LE SPUNEM MOSHISME. LUCRĂRILE ÎN MOD EVIDENT NU SUNT PREZENTATE ÎN VREO SUBSTANȚĂ FIZICĂ. ÎNSĂ LE SPUNEM ÎN CONTINUARE AȘA.

În ce limbă sunt scrise? În engleză?

ÎN GENERAL, LUCRĂRILE UNIVERSITARE SUNT PUBLICATE FOLOSINDU-SE UN SET-STANDARD DE PROTOCOALE DE CUNOȘTINȚE ASIMILATE, CARE POT FI ÎNȚELESE INSTANTANEU. AU MAI APĂRUT DE ASEMENEA ȘI UNELE FORME DE STRUCTURI REDUSE, DAR ACESTEA SUNT FOLOSITE ÎN GENERAL DE PUBLICAȚIILE MAI POPULARE.

Vrei să zici cum ar fi *National Enquirer*?

ESTE O PUBLICAȚIE CÂT SE POATE DE SERIOASĂ. EI FOLOSESC PROTOCOLUL COMPLET.

Înțeleg.

UNEORI, LUCRĂRILE SUNT PREZENTATE ȘI ÎN FORME BAZATE PE REGULI, DAR ACESTEA NU SUNT ÎN GENERAL SATISFĂCĂTOARE. EXISTĂ O TENDINȚĂ BIZAROIDĂ A PUBLICAȚIILOR POPULARE SĂ PUBLICE ARTICOLE ÎN LIMBI MOSH, CUM AR FI ENGLEZA, DAR LE PUTEM TRADUCE ÎN STRUCTURI DE CUNOȘTINȚE ASIMILATE DESTUL DE REPEDE. ÎNVĂȚAREA NU MAI ESTE CHINUL CARE ERA ODINIOARĂ. ACUM, CHINUL ESTE SĂ DESCOPERI NOI CUNOȘTINȚE PE CARE SĂ LE ÎNVEȚI.

Mai există și alte trenduri recente în care te-ai implicat?

EI BINE, AGENȚII DE CATALOGARE AUTOMATĂ AU AVUT DIFICULTĂȚI CU PROPUNERILE MIȘCĂRII DE SINUCIDERE.

Care ar fi?...

IDEEA DE A AVEA DREPTUL SĂ-ŢI ANULEZI FIŞIERUL „MINTE", CA ŞI ACEEA DE A DISTRUGE TOATE COPIILE. REGULAMENTELE IMPUN PĂSTRAREA A CEL PUŢIN TREI CÒPII DE REZERVĂ, DE NU MAI MULT DE ZECE MINUTE, CEL PUŢIN UNA DINTRE ACESTE TREI COPII AFLÂNDU-SE SUB CONTROLUL AUTORITĂŢILOR.

Înţeleg care este problema. Deşi ţi s-ar spune că toate copiile vor fi distruse, ar fi posibil să fie păstrată una în secret, urmând a fi instalată la o dată ulterioară. N-ai avea de unde să ştii. Dar asta nu contrazice oare premisa potrivit căreia cei aflaţi de partea cealaltă sunt aceeaşi persoană – aceeaşi continuitate a conştiinţei – cu persoana originală?

NU CRED CĂ AR REZULTA AŞA CEVA.

Poţi să-mi explici?

NU AI ÎNŢELEGE.

Parcă puteam să înţeleg aproape orice.

AŞA AM SPUS. CRED CĂ TREBUIE SĂ MĂ GÂNDESC MAI BINE LA ASTA.

Va trebui să te gândeşti mai bine dacă un MOSH poate sau nu să înţeleagă orice concept sau doar tema continuităţii conştiinţei?

CRED CĂ SUNT CAM CONFUZĂ ÎN ACEST MOMENT.

În regulă, atunci spune-mi mai multe despre această mişcare de „distrugere a tuturor copiilor".

EI BINE, CHIAR ÎNŢELEG AMBELE FAŢETE ALE SUBIECTULUI. PE DE O PARTE, AM SIMPATIZAT ÎNTOTDEAUNA CU DREPTUL DE A AVEA CONTROL ASUPRA PROPRIULUI DESTIN. PE DE ALTĂ PARTE, ESTE UN PĂCAT SĂ DISTRUGI CUNOAŞTEREA.

Şi copiile constituie cunoaştere?

BINEÎNŢELES. ÎN ULTIMA VREME, MIŞCAREA PENTRU DISTRUGEREA TUTUROR COPIILOR A FOST PRINCIPALUL SUBIECT YORK.

Stai puţin. Dacă îmi amintesc bine, Mişcarea York înseamnă antitehnologişti, dar, cu toate acestea, numai aceia dintre voi situaţi de cealaltă parte ar fi îngrijoraţi de subiectul distrugerii tuturor copiilor. Dacă membrii Mişcării York sunt de partea cealaltă, cum pot să fie împotriva tehnologiei? Sau, dacă nu sunt de cealaltă parte, de ce le-ar păsa de acest subiect?

ÎN REGULĂ, AMINTEŞTE-ŢI CĂ AU TRECUT ŞAPTEZECI DE ANI DE CÂND AM VORBIT ULTIMA OARĂ. GRUPURILE YORK ÎŞI AU ORIGINILE ÎN VECHILE MIŞCĂRI ANTITEHNOLOGIE, DAR ACUM, DUPĂ C E AU TRECUT DE CEALALTĂ PARTE, AU AJUNS LA CEVA ÎNTRUCÂTVA DIFERIT, RESPECTIV LA LIBERTATEA INDIVIDUALĂ. ADEPŢII MANIFESTULUI FLORENCE, PE DE ALTĂ PARTE, ŞI-AU RESPECTAT ANGAJAMENTUL DE A RĂMÂNE MOSH-I, ANGAJAMENT PE CARE, DESIGUR, ÎL RESPECT.

Mulţumesc. Şi sunt protejaţi de legislaţia străbunicului?

EXACT. AM AUZIT IERI O PREZENTARE A UNUI LIDER DE DISCUŢII DIN MIŞCAREA FLORENCE, CARE A VORBIT ÎN LIMBA MOSH, DAR ESTE ABSOLUT IMPOSIBIL SĂ NU FI AVUT CEL PUŢIN UN IMPLANT DE EXPANSIUNE NEURONALĂ.

Ei, şi noi, MOSH-ii, putem să mai fim logici din când în când.

OH, DESIGUR, NICI NU AM VRUT SĂ LAS SĂ SE ÎNŢELEAGĂ CONTRARIUL, VREAU SĂ SPUN DOAR CĂ...

În regulă. Deci eşti implicată în această mişcare a distrugerii tuturor còpiilor.

DOAR ÎN CATALOGAREA UNORA DINTRE PROPUNERI ŞI DISCUŢII. ÎNSĂ M-AM IMPLICAT ÎNTR-O MIŞCARE CONEXĂ, DE BLOCARE A DESCOPERIRII LEGALE A DATELOR DE REZERVĂ.

Pare important. Dar cum rămâne cu descoperirea fişierului propriu-zis al minţii? Adică toate gândurile şi memoria ta sunt adunate în el într-o formă digitală.

DE FAPT, ŞI DIGITALĂ, ŞI ANALOAGĂ, DAR IDEEA TA ESTE CORECTĂ.

Deci...

AU EXISTAT REGLEMENTĂRI JURIDICE PRIVITOARE LA DESCOPERIREA FIŞIERULUI „MINTE", STRUCTURILE NOASTRE DE CUNOAŞTERE CARE CORESPUND CU CEEA CE AR CONSTITUI DOCUMENTE ŞI ARTEFACTE CE POT FI DESCOPERITE. ACESTE STRUCTURI ŞI TIPARE CORESPUNZĂTOARE PROCESULUI NOSTRU DE GÂNDIRE NU AR TREBUI SĂ EXISTE. DIN NOU, TOATE ACESTEA SUNT ÎNRĂDĂCINATE ÎN TRECUTUL NOSTRU DE MOSH-I. ÎNSĂ ÎŢI IMAGINEZI, SUNT DISPUTE INTERMINABILE PE MARGINEA INTERPRETĂRILOR.

Aşadar descoperirea legală a principalului fişier „Minte" este rezolvată, chiar şi cu unele legi cam ambigue. Şi fişierele de rezervă?

CHIAR DACĂ NU-ŢI VINE SĂ CREZI, SUBIECTUL REZERVEI DE SIGURANŢĂ NU ESTE REZOLVAT COMPLET. NU E PREA LOGIC, NU?

Sistemul juridic nu este niciodată pe de-a-ntregul coerent. Dar cum rămâne cu depunerea de mărturie – trebuie să fii prezent fizic?

DE VREME CE MULŢI DINTRE NOI NU AVEM O PREZENŢĂ FIZICĂ PERMANENTĂ, NU PREA AR AVEA SENS, NU CREZI?

Înţeleg, deci poţi să depui mărturie într-un corp virtual?

SIGUR, DAR NU ESTE PERMIS SĂ MAI FACI ALTCEVA ÎN ACEST TIMP.

Fără divertisment cu George.

EXACT.

Pare destul de corect. Aici, în 1999, nu poţi să intri cu cafeaua în sala de judecată şi trebuie să-ţi închizi telefonul mobil.

ÎN AFARA DESCOPERIRII, EXISTĂ FOARTE MULTE MOTIVE DE ÎNGRIJORARE LEGATE DE FAPTUL CĂ AGENŢIILE DE

INVESTIGAȚII ALE GUVERNULUI AR PUTEA SĂ ACCESEZE COPIILE DE REZERVĂ, DEȘI ACEST LUCRU LE ESTE INTERZIS.

Nu mă surprinde că intimitatea rămâne în continuare o problemă. Phil Zimmerman...

TIPUL DE LA PGP?

Oh, ți-aminteşti de el!

SIGUR CĂ DA, O MULȚIME DE OAMENI ÎL CONSIDERĂ UN SFÂNT.

Chestia aia a lui cu „Pretty Good Privacy" este într-adevăr foarte bună, fiind principalul algoritm de criptare prin 1999. În sfârşit, el a spus că „în viitor, vom avea cincisprezece minute de intimitate".

CINCISPREZECE MINUTE AR FI EXTRAORDINAR.

În regulă. Ce-a mai fost cu nanoboții autoreplicativi de care erai preocupată în 2029?

NE-AM LUPTAT CU ASTA CÂTEVA DECENII ŞI AU AVUT LOC MAI MULTE INCIDENTE GRAVE. DAR ÎN MARE MĂSURĂ AM DEPĂŞIT FAZA, DE VREME CE NU MAI MANIFESTĂM DELOC ANTICORPI. CÂTĂ VREME WEB-UL ESTE SIGUR, NU AVEM DE CE SĂ NE FACEM GRIJI.

Acum, că existați ca software-uri, ar trebui să vă preocupe din nou viruşii de software.

FOARTE PĂTRUNZĂTOARE OBSERVAȚIE. PATOGENII DE SOFTWARE CONSTITUIE PRINCIPALA PREOCUPARE A AGENȚIILOR DE SECURITATE. ELE SPUN CĂ SCANĂRILE DE VIRUŞI CONSUMĂ PRACTIC PESTE JUMĂTATE DIN CAPACITATEA DE OPERARE A WEB-ULUI.

Doar pentru a căuta potriviri cu viruşii.

SCANAREA VIRUŞILOR IMPLICĂ MULT MAI MULT DECÂT COMPARAREA CODURILOR PATOGENILOR. PATOGENII DE SOFTWARE MAI INTELIGENȚI SE TRANSFORMĂ ÎN PERMANENȚĂ. NU EXISTĂ LAYERE PENTRU COMPARAREA LOR ÎN SIGURANȚĂ.

Pare delicat.

CU SIGURANŢĂ TREBUIE SĂ FIM PERMANENT ÎN GARDĂ CÂND NE ADMINISTRĂM FLUXUL GÂNDURILOR PE CANALELE DE SUBSTRAT.

Cum rămâne cu securitatea hardware-ului?

VREI SĂ SPUI A WEB-ULUI?

Practic acolo există, nu?

SIGUR. WEB-UL ESTE FOARTE SIGUR, DEOARECE E EXTREM DE DESCENTRALIZAT ŞI REDUNDANT. CEL PUŢIN ASTA NI SE SPUNE. AR PUTEA SĂ FIE DISTRUSE PĂRŢI MARI DIN EL PRACTIC FĂRĂ NICIO CONSECINŢĂ.

Trebuie că se depune un efort permanent de mentenanţă.

HARDWARE-UL DE WEB ESTE AUTOREPLICATIV ACTUALMENTE ŞI SE EXTINDE CONTINUU. CIRCUITELE MAI VECHI SUNT ÎN PERMANENŢĂ RECICLATE ŞI RECONCEPUTE.

Prin urmare, nu aveţi nicio grijă în privinţa securităţii lui?

CRED CĂ AM UN ANUMIT SENTIMENT DE ANXIETATE ÎN LEGĂTURĂ CU SUBSTRATUL. ÎNTOTDEAUNA AM PRESUPUS CĂ ACEST SENTIMENT RĂTĂCITOR DE ANXIETATE E ÎNRĂDĂCINAT ÎN TRECUTUL MEU DE MOSH. ÎNSĂ NU ESTE CHIAR O PROBLEMĂ. NU-MI POT IMAGINA CĂ WEB-UL AR PUTEA FI VULNERABIL.

Nici din cauza agenţilor patogeni autoreplicativi?

HMMM, PRESUPUN CĂ ACEŞTIA AR PUTEA SĂ REPREZINTE UN PERICOL, DAR EPIDEMIA DE NANOBOŢI AR TREBUI SĂ FIE EXTRAORDINAR DE EXTINSĂ PENTRU A AJUNGE LA ÎNTREGUL SUBSTRAT. MĂ ÎNTREB, DACĂ S-AR FI PETRECUT AŞA CEVA ÎN URMĂ CU CINCISPREZECE ANI, CÂND 90 LA SUTĂ DIN CAPACITATE AR FI DISPĂRUT – NU AM AJUNS NICIODATĂ LA O EXPLICAŢIE ADECVATĂ A FAPTULUI.

Nu am vrut să-ţi provoc anxietăţi. Deci toată această activitate de catalogare o faci în calitate de antreprenor?

MDA, E, ÎNTR-UN FEL, MICA MEA AFACERE.

Cum merge din punct de vedere financiar?

MĂ DESCURC, DAR NU AM AVUT NICIODATĂ O GRĂMADĂ DE BANI.

Păi ajută-mă să-mi fac o idee, cam cât valorezi pe rețea?

OH, NICI MĂCAR UN MILIARD DE DOLARI.

În dolari 2099?

SIGUR.

În regulă – și cât ar însemna în dolari din 1999?

PĂI SĂ VEDEM, ÎN DOLARII DIN 1999, ASTA AR ÎNSEMNA 149 DE MILIARDE DE DOLARI ȘI CEVA MĂRUNȚIȘ.

Oh, deci dolarii sunt mai valoroși în 2099 decât în 1999?

SIGUR, DEFLAȚIA S-A ACCELERAT.

Înțeleg. Deci ești chiar mai bogată decât Bill Gates.

DA, MĂ ROG, MAI BOGATĂ DECÂT ERA BILL GATES ÎN 1999. DAR ASTA NU ÎNSEAMNĂ CINE ȘTIE CE. ESTE ÎN CONTINUARE, ȘI ÎN 2099, CEL MAI BOGAT OM DIN LUME.

Parcă a spus că avea de gând să-și petreacă jumătate din viață făcând bani și cea de-a doua jumătate împărțindu-i.

CRED CĂ ARE ÎN CONTINUARE ACELAȘI PLAN. DAR A ÎMPĂRȚIT O MULȚIME DE BANI.

Bine, deci din punctul de vedere al averii nete ești cam în medie?

NU, PROBABIL CĂ INTRU ÎN PROCENTUL DE OPTZECI LA SUTĂ.

Nu e rău, întotdeauna m-am gândit că ești fată deșteaptă.

EI, MĂ AJUTĂ ȘI GEORGE.

Și nu uita cine te-a născocit.

DESIGUR.

Deci ai resurse financiare suficiente pentru satisfacerea nevoilor?

NEVOI?

Da, eşti familiarizată cu conceptul...

HMMM, E O IDEE DESTUL DE STRANIE. SUNT VREO CÂTEVA DECENII DE CÂND NU M-AM MAI GÂNDIT LA NEVOI. DEŞI AM CITIT MULT PE ACEST SUBIECT ÎN ULTIMA VREME.

O carte, vrei să spui, cu cuvinte?

NU, SIGUR CĂ NU, CU EXCEPŢIA CAZULUI ÎN CARE FACEM VREO DOCUMENTARE ÎN LEGĂTURĂ CU SECOLELE ANTERIOARE.

Deci e cam ca în cazul lucrărilor de cercetare – cărţi de structuri de cunoaştere asimilate.

E O FORMULARE REZONABILĂ. VEZI, AM SPUS CĂ NU EXISTĂ LUCRU PE CARE UN MOSH SĂ NU-L POATĂ ÎNŢELEGE.

Mulţumesc.

DAR CHIAR FACEM DISTINCŢIA ÎNTRE LUCRĂRI ŞI CĂRŢI.

Cărţile sunt mai lungi?

NU, MAI INTELIGENTE. LUCRAREA ESTE PRACTIC O STRUCTURĂ STATICĂ. DAR CARTEA ESTE INTELIGENTĂ. POŢI SĂ AI O RELAŢIE CU O CARTE. CĂRŢILE POT SĂ AIBĂ EXPERIENŢE COMUNE UNELE CU ALTELE.

Asta îmi aminteşte de cugetarea lui Marvin Minsky „Ţi-ai putea imagina că aveau biblioteci în care cărţile nu vorbeau unele cu altele?"

E GREU SĂ-ŢI AMINTEŞTI CĂ ACESTA ERA ADEVĂRUL.

În regulă, deci nu rămâneţi cu vreo nevoie nesatisfăcută. Cum staţi cu dorinţele?

EI, DA, ÎN SFÂRŞIT, IATĂ UN CONCEPT CU CARE POT RELAŢIONA. MIJLOACELE MELE FINANCIARE SUNT DESIGUR CÂT SE POATE DE LIMITATE. ÎNTOTDEAUNA APAR ALEGERI GRELE PE CARE TREBUIE SĂ LE FAC ÎN PRIVINŢA BUGETULUI.

Cred că sunt şi lucruri care nu s-au schimbat.

EXACT. VREAU SĂ SPUN CĂ ANUL TRECUT AU FOST PESTE CINCI MII DE PROPUNERI DE INVESTIŢII INIŢIALE ÎN CARE MI-AŞ FI DORIT FOARTE MULT SĂ MĂ IMPLIC, DAR DE-ABIA AM REUŞIT ÎNTR-O TREIME DIN ELE.

Presupun că nu eşti vreun Bill Gates.

ASTA ÎN MOD SIGUR.

Când faci o investiţie, care este rostul acesteia? Adică nu ai nevoie să cumperi produse de birotică.

ÎN ESENŢĂ, PENTRU TIMPUL ŞI GÂNDURILE OAMENILOR ŞI PENTRU CUNOAŞTERE. DE ASEMENEA, DEŞI EXISTĂ FOARTE MULTE CUNOŞTINŢE LIBER DISTRIBUITE PE WEB, TREBUIE SĂ PLĂTEŞTI TAXE DE ACCES PENTRU O MULŢIME DINTRE ELE.

Nu pare să fie prea diferit de 1999.

CU SIGURANŢĂ BANII SUNT UTILI.

Deci eşti pe-aici de o bucată de timp destul de îndelungată. Nu te deranjează niciodată?

DUPĂ CUM A SPUS WOODY ALLEN, „UNII OAMENI VOR SĂ ATINGĂ NEMURIREA PRIN OPERA SAU DESCENDENŢII LOR. EU ÎNCERC SĂ ATING NEMURIREA NE-MURIND."

Mă bucur să văd că Allen şi-a păstrat în continuare influenţa.

DAR TOT AM ACEST VIS CARE SE REPETĂ.

Mai visezi?

NORMAL. NU AŞ PUTEA FI CREATIVĂ DACĂ NU AŞ VISA. ÎNCERC SĂ VISEZ CÂT MAI MULT CU PUTINŢĂ. TOT TIMPUL AM UNUL SAU DOUĂ VISE.

Şi visul?

E UN ŞIR LUNG DE CLĂDIRI – MILIOANE DE CLĂDIRI. INTRU ÎN UNA DINTRE ELE ŞI E GOALĂ. VERIFIC TOATE CAMERELE ŞI NU E NIMENI, NICI MOBILĂ, ABSOLUT NIMIC. IES ŞI MĂ

DUC LA URMĂTOAREA CLĂDIRE. MĂ DUC DIN CLĂDIRE ÎN CLĂDIRE ŞI PE URMĂ VISUL DE SFÂRŞEŞTE BRUSC CU O SENZAŢIE DE GROAZĂ...

Ca un fel de ocheadă disperată la natura aparent nesfârşită a timpului?

HMMM, POATE, DAR PE URMĂ SENZAŢIA DISPARE ŞI CONSTAT CĂ NU MĂ POT GÂNDI LA VIS. PARE SĂ SE EVAPORE PUR ŞI SIMPLU.

Ar părea un fel de algoritm de depresie care te încearcă.

POATE AR TREBUI SĂ AM ÎN VEDERE SĂ-L DEPĂŞESC?

Visul sau algoritmul?

MĂ GÂNDEAM LA CEL DIN URMĂ.

S-ar putea să fie greu.

FIR-AR.

Aşadar, te gândeşti şi la altceva în acest moment?

ÎNCERC SĂ MEDITEZ.

În acelaşi timp cu simfonia, Jeremy, Emily, George, conversaţia noastră şi cu un vis sau două ale tale?

HEI, CHIAR NU E DELOC PREA MULT. AI APROAPE TOATĂ ATENŢIA MEA. PRESUPUN CĂ ÎN MINTEA TA NU SE MAI PETRECE NIMIC ALTCEVA ÎN ACEST MOMENT.

Da, ai dreptate. Îmi trec multe gânduri prin minte, dar nu le-aş putea pune cap la cap.

ÎN REGULĂ, AI PRICEPUT.

Şi cum zici că merge meditaţia?

CRED CĂ DIALOGUL NOSTRU MĂ CAM DISTRAGE. NU AM OCAZIA CHIAR ÎN FIECARE ZI SĂ VORBESC CU CINEVA DIN 1999.

Dar în general?

MEDITAŢIA? ESTE FOARTE IMPORTANTĂ PENTRU MINE. SE PETREC FOARTE MULTE LUCRURI ÎN VIAŢA MEA ÎN ACEST MOMENT. PENTRU MINE ESTE IMPORTANT SĂ LAS GÂNDURILE SĂ TREACĂ PESTE MINE.

Meditaţia te ajută la transcendenţă?

UNEORI AM SENTIMENTUL CĂ POT SĂ TRANSCEND ŞI SĂ AJUNG ÎNTR-UN PUNCT DE PACE ŞI SENINĂTATE, DAR NU ESTE MAI UŞOR ACUM DECÂT ATUNCI CÂND NE-AM CUNOSCUT.

Cum rămâne cu acele corelaţii ale experienţei spirituale?

EXISTĂ ÎNCĂ UNELE SENTIMENTE SUPERFICIALE PE CARE MI LE POT INSTILA SINGURĂ, DAR NU ESTE SPIRITUALITATE REALĂ. E CEVA CA ORICE GEST AUTENTIC – O EXPRESIE ARTISTICĂ, UN MOMENT DE SENINĂTATE, UN SENTIMENT AL PRIETENIEI – PENTRU ASTA TRĂIESC ŞI ACESTE MOMENTE NU SUNT UŞOR DE ATINS.

Cred că mă bucur să aud că unele lucruri tot nu sunt simple.

PRACTIC, VIAŢA ESTE DESTUL DE GREA. SE CERE ŞI SE AŞTEAPTĂ ATÂT DE MULTE DIN PARTEA MEA. ŞI AM ATÂT DE MULTE LIMITĂRI.

O limitare care îmi vine în minte este că rămânem fără spaţiu în carte.

ŞI FĂRĂ TIMP.

Şi asta. Îţi mulţumesc foarte mult că mi-ai împărtăşit gândurile tale.

ŞI EU ÎŢI SUNT RECUNOSCĂTOARE. N-AŞ FI EXISTAT FĂRĂ TINE.

Sper că şi restul de oameni, din cealaltă parte, îşi aminteşte acest lucru.

O SĂ DAU SFOARĂ-N ŢARĂ.

Poate ar trebui să ne sărutăm de rămas bun?

DOAR UN SĂRUT?

Las-o aşa pentru carte. O să reconsider finalul pentru film, mai ales dacă o să joc chiar eu.

POFTIM SĂRUTUL MEU... AMINTEŞTE-ŢI DOAR CĂ SUNT GATA SĂ FIU ORICE SAU ORICINE ÎŢI DOREŞTI SAU AI NEVOIE SĂ FIU.

O să ţin minte.

DA, ACOLO O SĂ MĂ ŞI GĂSEŞTI.

Păcat că sunt nevoit să aştept un secol ca să ne întâlnim.

SAU SĂ FII EU.

Da, şi asta.

Epilog

RESTUL UNIVERSULUI, REVIZITAT

De fapt, Molly, mi-au trecut prin minte câteva întrebări.
Care erau acele limitări la care te-ai referit?
De ce anume spuneai că erai anxioasă?
De ce anume te temi?
Te doare ceva?
Dar bebeluşii şi copiii?
Molly?...

S-ar părea că Molly nu va mai putea să ne răspundă la întrebări. Dar nu-i nimic. Nici nu mai trebuie să răspundem la ele. Cel puţin, nu încă. Deocamdată, este suficient să punem întrebările care trebuie. Vom avea la dispoziţie decenii întregi ca să răspundem la ele.

Ritmul accelerat al schimbării este inexorabil. Este inevitabilă emergenţa inteligenţei maşinilor, care va depăşi inteligenţa umană în întreaga ei diversitate. Însă avem în continuare puterea de a ne modela tehnologia viitoare şi vieţile în viitor. Acesta este principalul motiv pentru care am scris această carte.

Hai să ne gândim la o ultimă întrebare. Legea timpului şi a haosului şi sublegea sa, mai importantă chiar decât ea, numită Legea accelerării veniturilor nu sunt limitate la procesele evolutive de aici, de pe Pământ. Care sunt implicaţiile Legii accelerării veniturilor pentru restul Universului?

Raritate şi abundenţă

Înainte de Copernic, Pământul era plasat în centrul Universului şi era considerat o parte substanţială a acestuia. Acum ştim că Pământul nu este decât un mic obiect care orbitează o stea obişnuită dintr-o sută de miliarde de sori din galaxia noastră, care este ea însăşi doar una dintre cele aproximativ o

sută de miliarde de galaxii. Există o ipoteză larg răspândită, potrivit căreia viaţa, chiar şi cea inteligentă, nu se limitează doar la planeta noastră umilă, însă un alt corp ceresc care să o găzduiască nu a fost încă descoperit.

Nimeni nu poate să afirme deocamdată cu certitudine cât de obişnuită poate fi viaţa în univers. Speculaţia mea este că e atât rară, cât şi abundentă, împărtăşind această trăsătură cu o varietate de alte fenomene fundamentale. De exemplu, materia însăşi este atât rară, cât şi abundentă. Dacă ar fi să se aleagă aleatoriu o regiune de dimensiunile unui proton, probabilitatea de a se găsi un proton (sau orice altă particulă) în acea regiune este extrem de mică, mai redusă de una la o mie de miliarde de mii de miliarde. Cu alte cuvinte, spaţiul este foarte gol, iar particulele sunt foarte dispersate. Acest lucru este valabil şi aici, pe Pământ – probabilitatea găsirii unei particule în orice loc din spaţiul cosmic este şi mai mică. Cu toate acestea, avem mii de miliarde de mii de miliarde de protoni în Univers. De unde şi faptul că materia este atât rară, cât şi abundentă.

Să ne gândim la materie pe o scară mai mare. Dacă alegi o regiune de dimensiunile Pământului, oriunde în spaţiu, probabilitatea ca în locul respectiv să existe un corp ceresc (cum ar fi o stea sau o planetă) este de asemenea foarte redusă, mai mică de una la o mie de miliarde. Şi, cu toate acestea, în Univers avem miliarde de mii de miliarde de asemenea corpuri cereşti.

Să ne gândim la ciclul de viaţă al mamiferelor pe Pământ. Misiunea spermei unui mamifer-mascul de pe Terra este să fertilizeze oul unui mamifer-femelă, însă probabilitatea de a-şi îndeplini misiunea este de sub una la o mie de miliarde. Şi, cu toate acestea, avem peste o sută de milioane de asemenea fertilizări în fiecare an, doar dacă ne gândim la ouăle şi sperma umane. Din nou, rară, dar abundentă.

Acum să ne gândim la evoluţia formelor de viaţă pe o planetă, pe care o putem defini ca fiind un model autoreplicativ de materie şi energie. Este posibil ca viaţa din Univers să fie, într-un mod similar, atât rară cât şi abundentă, iar condiţiile să fie aşa cum sunt pentru ca ea să poată evolua. Dacă, de exemplu, probabilitatea ca o stea să aibă o planetă pe care a evoluat viaţa

ar fi de una la un milion, tot ar mai exista 100.000 de planete în galaxie pe care acest prag a fost depășit, printre alte mii de miliarde din alte galaxii.

Putem identifica evoluția formelor de viață ca reprezentând un prag specific pe care un anumit număr de planete l-a atins. Cunoaștem cel puțin un asemenea caz. Presupunem că mai există multe altele.

Analizând următorul prag, am putea lua în considerare evoluția vieții inteligente. Din punctul meu de vedere, însă, inteligența este un concept mult prea vag pentru a desemna un prag distinct. Având în vedere ce știm despre viața pe această planetă, există multe specii care demonstrează unele niveluri de comportament isteț, dar nu pare să existe un prag clar definit. Este vorba mai curând de un continuum decât de un prag.

Un candidat mai bun pentru următorul prag este evoluția unei forme de viață care la rândul ei creează „tehnologie". Am discutat, mai înainte, natura tehnologiei. Înseamnă mai mult decât crearea și utilizarea uneltelor. Furnicile, primatele și alte animale de pe Pământ folosesc și chiar își creează unelte, dar aceste unelte nu evoluează. Tehnologia are nevoie de un corp de cunoștințe care să descrie crearea uneltelor și să poată fi transmise de la o generație a speciei la următoarea. Tehnologia devine apoi ea însăși un set de modele în dezvoltare. Acesta nu mai este un continuum, ci un prag clar. O specie fie creează tehnologie, fie nu. Pentru o planetă poate fi dificil să susțină mai mult de o specie care creează tehnologie. Dacă există mai multe, este posibil să nu se înțeleagă între ele, după cum s-ar părea că a fost cazul și pe Pământ.

O întrebare semnificativă este următoarea: Care e probabilitatea ca pe o planetă pe care a evoluat viața să evolueze ulterior o specie capabilă să creeze tehnologie? Cu toate că evoluția formelor de viață poate fi deopotrivă rară și abundentă, în Capitolul 1 am susținut că, odată începută această evoluție, emergența unei specii care creează tehnologie este inevitabilă. Evoluția tehnologiei este apoi o continuare prin alte mijloace a evoluției care a dat naștere de la bun început speciei creatoare de tehnologie.

Următorul stadiu este computaţia. Odată apărută tehnologia, pare inevitabil să apară ulterior şi computaţia (în tehnologie, nu doar în sistemul nervos al speciei). Computaţia este în mod evident un mijloc util de control al mediului, ca şi al tehnologiei propriu-zise şi facilitează foarte mult continuarea creării de tehnologie. La fel cum un organism este ajutat de capacitatea sa de a-şi menţine starea internă şi de a răspunde în mod inteligent la mediu, acelaşi lucru este valabil şi pentru tehnologie. Odată apărută computaţia, ne aflăm într-un stadiu târziu al evoluţiei exponenţiale a tehnologiei pe planeta respectivă.

Şi, odată computaţia apărută, intră pe rol corolarul Legii accelerării veniturilor aplicate computaţiei şi devenim martorii creşterii exponenţiale în timp a capacităţii tehnologiei computaţiei. Legea accelerării veniturilor anticipează că atât specia, cât şi tehnologia computaţională avansează cu o rată exponenţială, însă exponentul acestei creşteri este cu mult mai mare în cazul tehnologiei decât în cazul speciei. La sfârşitul secolului XXI, se va împlini numai un sfert de mileniu de la apariţia computaţiei pe Pământ, ceea ce înseamnă o clipire de pleoape raportat la scara evoluţiei – nu înseamnă prea mult nici măcar pe scara istoriei omenirii. Cu toate acestea, computerele din acel moment vor fi cu mult mai puternice (cred că şi cu mult mai inteligente) decât oamenii care le-au creat.

Următorul pas inevitabil este fuzionarea speciei inventatoare de tehnologii cu tehnologia computaţională pe care a iniţiat-o. În acest stadiu al evoluţiei inteligenţei pe o planetă, computerele se bazează ele însele, cel puţin parţial, pe modelul creierului (respectiv organul computaţional) al speciei care le-a creat şi, la rândul lor, ajung să fie încorporate şi integrate în trupul şi creierul speciei respective. Regiune cu regiune, creierul şi sistemul nervos al speciei umane este portat pe tehnologia computaţională care, în cele din urmă, înlocuieşte acel organ de procesare a informaţiilor. Tot felul de chestiuni practice şi etice întârzie procesul, dar nu pot să-l oprească. Legea accelerării veniturilor anticipează o completă fuzionare a speciei cu tehnologia pe care a creat-o.

Moduri de eşec

Dar stai aşa, pasul acesta nu este inevitabil. Specia, împreună cu tehnologia sa, se poate autodistruge înainte să ajungă la el. Distrugerea unui întreg program de evoluţie este singurul mod de stopare a progresului exponenţial al Legii accelerării veniturilor. Pe parcurs sunt create tehnologii suficient de eficiente pentru a distruge nişa ecologică pe care o ocupă specia şi tehnologia sa. Dată fiind abundenţa de planete pe care există viaţă şi inteligenţă, aceste moduri de eşec trebuie că au survenit de multe ori.

Suntem familiari cu o asemenea posibilitate: distrugerea prin tehnologia nucleară – nu doar un incident izolat, ci un incident care nimiceşte întreaga nişă. O asemenea catastrofă nu ar distruge în mod obligatoriu toate formele de viaţă de pe o planetă, dar ar reprezenta un grav pas înapoi în privinţa procesului avut în vedere aici. Deocamdată nici aici, pe Pământ, nu suntem puşi complet la adăpost de acest spectru.

Mai există şi alte scenarii ale extincţiei. Aşa cum am arătat în Capitolul 7, unul deosebit de probabil ar fi funcţionarea defectuoasă (ori sabotarea) mecanismului care inhibă reproducerea fără limite a nanoboţilor autoreplicatori. Nanoboţii sunt inevitabili, dată fiind apariţia tehnologiei inteligente. Tot inevitabili sunt şi nanoboţii autoreplicatori, deoarece autoreproducerea reprezintă un mijloc eficient şi mai ales necesar de fabricare a acestui tip de tehnologie. Printr-o intenţie bolnavă sau doar printr-o nefericită eroare de software, neoprirea autoreplicării la momentul oportun ar fi cât se poate de nefericită. Un asemenea cancer ar infecta în egală măsură materia organică şi anorganică, de vreme ce forma de viaţă nanobotică nu este de origine organică. Inevitabil, trebuie să existe planete acoperite de o mare întinsă de nanoboţi autoreplicatori. Cred că evoluţia ar putea să meargă mai departe din acest punct.

Un asemenea scenariu nu este limitat doar la roboţii minusculi. Orice robot autoreplicator este bun. Dar, chiar dacă roboţii sunt mai mari decât nanoboţii, este posibil ca mijloacele lor de autoreplicare să folosească nanoingineria. Însă orice grup de roboţi autoreplicatori care nu respectă cele trei legi ale lui Isaac

Asimov (care interzic roboţilor să le facă vreun rău creatorilor lor) reprezintă un pericol grav, fie prin intenţii malefice, fie prin erori de programare.

O altă formă periculoasă de viaţă este virusul de software. Ne-am întâlnit deja – în versiune primitivă – cu acest nou ocupant al nişei ecologice făcută disponibilă de computaţie. Cei care vor apărea în secolul următor (cel de acum, n.tr.) aici, pe Pământ, vor avea mijloacele de stăpânire a evoluţiei pentru conceperea unor tactici de derutare la fel cum procedează virusurile biologice (de exemplu HIV) în zilele noastre. Pe măsură ce specia care creează tehnologie îşi foloseşte tot mai mult tehnologia computaţională pentru înlocuirea circuitelor sale originale de formă de viaţă, asemenea viruşi vor reprezenta un alt pericol semnificativ.

Anterior acelui moment, virusurile care operează la nivelul geneticii formei de viaţă originale reprezintă de asemenea un pericol. Pe măsură ce devin disponibile pentru specia creatoare de tehnologie mijloace de a manipula codul genetic care i-a dat naştere (indiferent cum ar fi implementat acest cod), noi virusuri pot apărea accidental şi/sau din intenţii ostile, cu consecinţe potenţial letale. Acest fapt poate să ducă la deraierea unei asemenea specii înainte ca ea să aibă ocazia să îşi porteze inteligenţa pe tehnologia pe care a creat-o.

Cât de probabile sunt aceste pericole? Punctul meu de vedere este că o planetă care se apropie de secolul său cardinal în ceea ce priveşte creşterea computaţională – cum este Pământul în zilele noastre – are o ocazie mai bună ca oricând de a merge mai departe. Dar, în fine, am fost mereu acuzat că sunt un optimist.

Delegaţii din locuri îndepărtate

Viziunea noastră populară contemporană în privinţa vizitelor unor creaturi de pe alte planete din Univers are în vedere fiinţe asemenea nouă, cu nave spaţiale şi alte tehnologii care le vin în ajutor. În unele concepţii, extratereştrii au un aspect remarcabil de similar celui uman. În altele, arată puţin ciudat. Observă că avem fiinţe inteligente cu aparenţă exotică chiar şi

aici, pe propria noastră planetă (de exemplu, calmarul și caracatița gigante). Dar, „umanoide" sau nu, concepțiile privitoare la extratereștri care ne vizitează planeta îi imaginează pe aceștia ca fiind aproximativ de mărimea noastră și în esență neschimbați față de aspectul lor original (de obicei moale și umed). Această concepție pare puțin probabilă.

Cu mult mai probabil este ca vizitele entităților inteligente de pe alte planete să reprezinte o fuzionare a unei specii inteligente evoluate cu tehnologia ei computațională inteligentă și mai evoluată. O civilizație suficient de evoluată pentru a realiza călătoria până la Pământ a depășit demult pragul „fuzionării" discutat anterior.

Un corolar al acestei observații este că asemenea delegații venite în vizită de pe planete îndepărtate e posibil să fie foarte restrânse numeric. O superinteligență computațională a sfârșitului de secol douăzeci aici, pe Pământ, ar avea dimensiuni microscopice. Astfel, este puțin probabil ca o delegație inteligentă de pe altă planetă să folosească o navă spațială de dimensiuni obișnuite, de domeniul științifico-fantastic al zilei, deoarece nu ar exista niciun motiv să se transporte organisme și echipamente atât de voluminoase. Să nu uităm că este foarte posibil ca scopul unei asemenea vizite să nu fie extracția din subsol a unor resurse materiale, de vreme ce o civilizație într-atât de avansată a depășit aproape sigur punctul în care ar avea nevoi materiale semnificative nesatisfăcute. Ar fi capabilă să-și manipuleze propriul mediu prin nanoinginerie (precum și prin picoinginerie și femtoinginerie) pentru a face față oricăror cerințe fizice imaginabile. Singurul scop posibil al unei asemenea vizite ar fi observarea și adunarea de informații. Singura resursă de interes pentru o civilizație într-atât de avansată ar fi cunoașterea (ceea ce este aproape de adevăr în cazul civilizației om-mașină de aici, de pe Pământ, din zilele noastre). Aceste scopuri pot fi atinse cu ajutorul unor dispozitive de observație, computație și comunicații relativ mici. Asemenea nave spațiale ar fi, prin urmare, mai mici decât un fir de nisip, având, posibil, chiar dimensiuni microscopice. Poate că acesta este unul dintre motivele pentru care încă nu le-am observat.

Cât de relevantă este inteligenţa pentru Univers?

Dacă eşti o entitate conştientă care încearcă să îndeplinească o sarcină despre care se consideră în mod normal că necesită ceva inteligenţă – să spunem să scrii o carte despre inteligenţa maşinilor de pe planeta ta –, atunci faptul acesta s-ar putea să aibă o anumită relevanţă. Însă cât de relevantă este inteligenţa pentru restul Universului?

Bunul-simţ spune: *Nu cine ştie cât.* Stelele se nasc şi mor; galaxiile trec prin cicluri de creaţie şi distrugere. Universul însuşi s-a născut dintr-un Big Bang şi va sfârşi scrâşnind sau scâncind; nu suntem siguri deocamdată în ce fel dintre cele două. Însă inteligenţa are prea puţin de-a face cu asta. Inteligenţa înseamnă doar puţină spumă, un clocot de mici creaturi care intră şi ies în viteză din forţele universale inexorabile. Mecanismul lipsit de minte al Universului se destinde sau se comprimă până într-un viitor îndepărtat şi inteligenţa nu poate să facă nimic în această privinţă.

Asta spune bunul-simţ. Dar eu nu sunt de acord cu el. Ipoteza mea este că inteligenţa se va dovedi în cele din urmă mult mai puternică decât aceste mari forţe impersonale.

Gândeşte-te la mica noastră planetă. S-ar părea că în urmă cu 65 de milioane de ani, un asteroid a lovit Pământul. Nimic personal în asta, desigur. A fost vorba doar de una dintre acele întâmplări naturale redutabile care copleşesc bietele forme de viaţă. Însă următorul asemenea vizitator planetar nu se va bucura de acelaşi bun-venit. Descendenţii noştri şi tehnologia lor (practic nu se poate face nicio distincţie aici, după cum am subliniat) vor observa iminenta sosire a unui interlop indisciplinat şi îl vor spulbera de pe cerul nopţii. Un punct pe tabelă în favoarea inteligenţei. (Timp de patruzeci şi opt de ore, în anul 1998, oamenii de ştiinţă au crezut că un asemenea asteroid nedorit va sosi în 2028, până şi-au refăcut calculele.)

Nu s-ar putea spune că inteligenţa ar provoca chiar respingerea legilor fizicii, însă este suficient de deşteaptă şi de inventivă ca să manipuleze forţele din sfera ei pentru a le supune voinţei sale. Însă, pentru ca lucrul acesta să fie posibil, inteligenţa trebuie să atingă o anumită altitudine.

Gândeşte-te că *densitatea inteligenţei* aici pe Pământ este destul de redusă. O mărime cantitativă pe care o putem stabili este densitatea inteligenţei măsurată în calcule pe secundă la micron cub (cpslmc). Bineînţeles, aceasta este doar o măsură a capacităţii hardware, nu a deşteptăciunii de a organiza aceste resurse (respectiv, a software-ului), aşa că hai să-i spunem densitate de computaţie. Ne vom ocupa imediat de progresul software-ului. În acest moment, pe Pământ, creierele umane sunt obiectele cu cea mai ridicată densitate de computaţie (situaţia se va schimba în decursul câtorva decenii). Densitatea de computaţie a creierului uman este de aproximativ 2 cpslmc. Nu e o valoare prea mare – circuitele din nanotuburi, după cum s-a demonstrat, au potenţialul unei densităţi de computaţie de o mie de miliarde de ori mai mare.

De asemenea, să ne gândim cât de puţină materie de pe Pământ este alocată oricărei forme de computaţie. Creierele umane totalizează doar în jur de 10 miliarde de kilograme de materie, ceea ce înseamnă doar o parte la o sută de mii de miliarde de părţi din materia de pe Pământ. Prin urmare, densitatea medie de computaţie a Pământului este mai mică decât a mia miliarda parte dintr-un cpslmc. Ştim deja cum să facem materie (respectiv nanotuburi) cu o densitate de computaţie de cel puţin o mie de miliarde de mii de miliarde de ori mai mare.

Mai mult de-atât, Pământul conţine un procent infim din materia Sistemului Solar. Densitatea computaţiei din restul Sistemului Solar pare să fie în jur de zero. Aşadar aici, într-un sistem solar care se laudă cel puţin cu o specie inteligentă, densitatea computaţională este, totuşi, extrem de redusă.

La cealaltă extremă, capacitatea de computaţie a nanotuburilor nu reprezintă limita superioară a densităţii de computaţie a materiei: este posibil să se ajungă la valori cu mult mai ridicate. O altă ipoteză a mea este că nu există limită efectivă a acestei densităţi, dar asta e o altă carte.

Ceea ce scot în evidenţă toate aceste numere mari (şi mici) este faptul că extrem de puţină materie de pe Pământ e dedicată computaţiei utile. Acest fapt devine cu atât mai adevărat cu cât luăm în considerare toată materia inertă din miezul Pământului.

Să ne gândim acum la o altă implicaţie a Legii accelerării veniturilor. Un alt corolar al său spune că densitatea de computaţie totală creşte exponenţial. Şi, cu cât performanţa de cost a computaţiei creşte exponenţial, cu atât i se alocă resurse din ce în ce mai mari. Acest lucru poate fi deja văzut aici, pe Pământ. Nu numai că în zilele noastre computerele sunt cu mult mai puternice decât cu decenii în urmă, dar a crescut şi numărul lor, de la câteva duzini în anii 1950, la sute de milioane astăzi. Densitatea de computaţie aici, pe Pământ, va creşte cu mii de miliarde de mii de miliarde de unităţi în cursul secolului XXI.

Densitatea de computare este o măsură a suportului hardware al inteligenţei. Însă suportul software se dezvoltă şi el sub aspectul sofisticării. Cu toate că întârzie din cauza capacităţii hardware-ului de care dispune, software-ul se dezvoltă şi el exponenţial în timp sub aspectul capacităţii. Deşi mai dificil de cuantificat[1], densitatea de inteligenţă este strâns legată de densitatea de computaţie. Implicaţia Legii accelerării veniturilor este că inteligenţa de pe Pământ şi din Sistemul nostru Solar se va dezvolta extraordinar în timp.

Aceeaşi observaţie poate fi făcută şi cu privire la galaxie şi la întregul Univers. Este posibil ca planeta noastră să nu fie singurul loc în care a fost răsădită şi unde creşte inteligenţa. În ultimă instanţă, inteligenţa este o putere de care trebuie să se ţină cont chiar şi în contextul acestor mari forţe cereşti (atenţie, aşadar!). Legile fizicii nu sunt respinse de inteligenţă, ci practic se evaporă în prezenţa ei.

Aşadar Universul se va sfârşi printr-un mare scrâşnet, într-o expansiune infinită de stele moarte, ori în orice altă manieră? Din punctul meu de vedere, tema principală nu este masa Universului sau posibila existenţă a antigravitaţiei ori a aşa-numitei constante cosmologice a lui Einstein. Mai curând, soarta Universului este o decizie care rămâne în continuare de luat şi va fi analizată inteligent la momentul oportun.

CRONOLOGIE

10-15 miliarde de ani în urmă

S-a născut Universul.

10^{-43} secunde mai târziu

Temperatura se reduce la 100 de milioane de mii de miliarde de mii de miliarde de grade şi se dezvoltă gravitaţia.

10^{-34} de secunde mai târziu

Temperatura se reduce la un miliard de miliarde de miliarde de grade şi apare materia, sub formă de quarcuri şi electroni. Antimateria apare şi ea.

10^{-10} secunde mai târziu

Forţa electroslabă se împarte în forţă electromagnetică şi forţă slabă.

10^{-5} secunde mai târziu

La o temperatură de o mie de miliarde de grade, quarcurile formează protoni şi neutroni, iar antiquarcurile formează antiprotoni. Protonii şi antiprotonii se ciocnesc, lăsând în urmă în special protoni şi provocând apariţia fotonilor (a luminii).

1 secundă mai târziu

Electronii şi antielectronii (pozitronii) se ciocnesc, lăsând în urma lor în special electroni.

1 minut mai târziu

La o temperatură de un miliard de grade, neutronii şi protonii fuzionează şi formează elemente cum ar fi heliul, litiul şi formele grele ale hidrogenului.

300.000 de ani după Big Bang

Temperatura medie este acum în jur de 3.000 de grade şi se formează primii atomi.

1 miliard de ani după Big Bang
Se formează galaxiile.

3 miliarde de ani după Big Bang
Materia din galaxii formează stele şi sisteme solare distincte.

5 până la 10 miliarde de ani după Big Bang sau cu aproximativ 5 miliarde de ani în urmă
Se naşte Pământul.

3,4 miliarde de ani în urmă
Apare pe Pământ prima formă de viaţă biologică: procariotele anaerobe (fiinţe unicelulare).

1,7 miliarde de ani în urmă
Evoluează ADN-ul simplu.

700 de milioane de ani în urmă
Apar plantele şi animalele multicelulare.

570 de milioane de ani în urmă
Se produce explozia cambriană: apariţia diverselor planuri de corpuri, inclusiv apariţia animalelor cu părţi dure (carapace şi schelete).

400 de milioane de ani în urmă
Evoluează plantele de uscat.

200 de milioane de ani în urmă
Dinozaurii şi mamiferele încep să-şi împartă mediul.

80 de milioane de ani în urmă
Se dezvoltă mai plenar mamiferele.

65 de milioane de ani în urmă
Dispar dinozaurii, ceea ce duce la progresul mamiferelor.

50 de milioane de ani în urmă
Se bifurcă subordinul antropoid al primatelor.

30 de milioane de ani în urmă
Apar primatele avansate, cum sunt maimuţele.

15 milioane de ani în urmă
Apar primele antropoide.

5 milioane de ani în urmă

Ființele umanoide merg biped. *Homo habilis* folosește unelte, introducând o nouă formă de evoluție: tehnologia.

2 milioane de ani în urmă

Homo erectus a îmblânzit focul și folosește limbajul și armele.

500.000 de ani în urmă

Apare *Homo sapiens*, deosebit prin capacitatea de a crea tehnologie (care implică inovarea producerii de unelte, consemnarea construirii de unelte și progresul sofisticării uneltelor).

100.000 de ani în urmă

Apare Homo sapiens neanderthalensis.

90.000 de ani în urmă

Apare Homo sapiens sapiens (strămoșul nostru direct).

40.000 de ani în urmă

Subspecia *Homo sapiens sapiens* rămâne unica specie umanoidă supraviețuitoare pe Pământ. Tehnologia se dezvoltă ca și evoluția, dar prin alte mijloace.

10.000 de ani în urmă

Începe era modernă a tehnologiei, cu revoluția agriculturii.

6.000 de ani în urmă

Apar primele orașe în Mesopotamia.

5.500 de ani în urmă

Sunt în uz roata, pluta, barca și limbajul scris.

5.000 de ani în urmă și peste

În Orient este pus la punct abacul. În funcție de modul uman de utilizare, abacul realizează calcule aritmetice prin metode similare celor ale unui computer modern.

3.000-700 î.Hr.

În acest interval de timp, în diferite culturi apar ceasurile cu apă: în China, circa 3.000 î.Hr.; în Egipt, circa 1.500 î.Hr.; și în Asiria, circa 700 î.Hr.

2 500 î.Hr.

Cetăţenii egipteni recurg la sfaturile oracolelor, care sunt adeseori statui în care sunt ascunşi preoţi.

469-322 î.Hr.

Socrate, Planton şi Aristotel pun bazele filosofiei raţionaliste occidentale.

427 î.Hr.

În *Phaedo* şi alte lucrări ulterioare, Platon exprimă idei prin care compară gândirea umană cu mecanismul unei maşini.

circa 420 î.Hr.

Archytas din Tarentum, care era prieten cu Platon, construieşte un porumbel din lemn ale cărui mişcări sunt generate de un jet de aburi sau de aer comprimat.

387 î.Hr.

Academia, un grup fondat de Platon în scopuri ştiinţifice şi filosofice, constituie un mediu fertil pentru dezvoltarea teoriei matematice.

circa 200 î.Hr.

Artizanii chinezi creează un mecanism automat care reprezenta o întreagă orchestră mecanică.

circa 200 î.Hr.

Un ceas cu apă mai precis este dezvoltat de un inginer egiptean.

725

Primul ceas cu adevărat mecanic e construit de un inginer chinez şi de un călugăr budist. Este un dispozitiv pus în mişcare de apă, cu un canal de scurgere care face o articulaţie să ticăiască.

1494

Leonardo da Vinci concepe şi desenează un ceas cu pendul, deşi un ceas precis cu pendul va fi inventat abia la sfârşitul secolului al XVII-lea.

1530

În Europa este folosită maşina de tors.

1540, 1772

În timpul Renașteri europene, din tehnologia de producere a ceasurilor de perete și portabile se dezvoltă tehnologia de realizare a unor mecanisme automate mai complexe. Printre exemplele celebre se numără domniță care cântă la mandolină a lui Gianello Toriano (1540) și copilul lui P. Jacquet-Dortz (1772).

1543

Nicolaus Copernicus afirmă în lucrarea sa *De Revolutionibus* că Pământul și celelalte planete se rotesc în jurul Soarelui. Această teorie a schimbat efectiv raportul și perspectiva omenirii față de Dumnezeu.

XVII-XVIII

Epoca Iluminismului prilejuiește apariția unei mișcări filosofice care reface credința în supremația rațiunii, a cunoașterii și libertății omului. Avându-și originile în filosofia greacă și în Renașterea europeană, Iluminismul reprezintă prima reconsiderare sistematică a naturii gândirii și cunoașterii umane după platonicieni și inspiră evoluții similare în domeniul științei și filosofiei.

1637

Pe lângă imitarea teoriei refracției optice și a dezvoltării principiilor geometriei analitice moderne, René Descartes împinge scepticismul rațional la limită, în cea mai cuprinzătoare lucrare a sa, *Discours de la méthode*. Descartes concluzionează: „Gândesc, deci exist."

1642

Blaise Pascal inventează prima mașină automată de calcul din lume. Denumită *Pascaline*, aceasta poate să facă operații de adunare și scădere.

1687

Isaac Newton își formulează cele trei legi ale mișcării și Legea atracției gravitaționale universale, în cartea sa *Philosophiae Naturalis Mathematica*, cunoscută și sub numele de *Principia*.

1694

Computerul Leibniz este perfecționat de Gottfried Wilhelm Leibniz, care este și inventatorul analizei matematice. Această

maşină efectuează înmulţiri prin adunări repetate, algoritm folosit şi de computerele din zilele noastre.

1719

În Anglia apare o filatură de mătase, având trei sute de muncitori, în majoritatea lor femei şi copii. Este considerată de mulţi ca fiind prima fabrică în sensul modern.

1726

În *Călătoriile lui Gulliver*, Jonathan Swift descrie o maşină care va scrie cărţi în mod automat.

1733

John Kay îşi patentează Noul Mecanism pentru Ţeserea Lânii. Cunoscută ulterior drept suveica zburătoare, această invenţie a netezit calea către ţesutul rapid.

1760

În Philadelphia, Benjamin Franklin ridică paratrăsnete, după ce descoperă, prin celebrul său experiment cu zmeul din 1752, că fulgerul este o formă de electricitate.

circa 1760

La începutul Revoluţiei Industriale, speranţa de viaţă este de aproximativ treizeci şi şapte de ani, atât în America de Nord, cât şi în nord-vestul Europei.

1764

James Hargraves inventează vârtelniţa de tors cu opt fire simultan.

1769

Richard Arkwright patentează o maşină de filat hidraulică, prea mare şi costisitoare pentru fi folosită în gospodării. Cunoscut drept fondatorul sistemului modern de fabrică, Arkwright construieşte , în anul 1781, o fabrică pentru maşina lui, deschizând prin aceasta calea pentru numeroase schimbări economice şi sociale care vor caracteriza Revoluţia Industrială.

1781

Pregătind cadrul pentru apariţia raţionalismului secolului XX, Immanuel Kant publică *Critica raţiunii pure*, care exprimă filosofia Iluminismului, eliminând accentul pus pe rolul metafizicii.

1800

Toate componentele producerii de țesături sunt automatizate.

1805

Joseph-Marie Jacquard concepe o metodă de țesut automat, care este precursoarea tehnologiei timpurii a computerelor. Războaiele de țesut sunt comandate de instrucțiuni de pe o serie de cartele perforate.

1811

În Nottingham este fondată Mișcarea Ludită, de artizani și lucrători preocupați de pierderea slujbelor din cauza automatizării.

1821

Societatea Astronomică Britanică îi acordă lui Charles Babbage prima medalie de aur, pentru lucrarea sa *Observations on the Application of Machinery to the Computation of Mathematical Tables – Observații privitoare la folosirea mașinilor pentru calcularea tabelelor matematice.*

1822

Charles Babbage pune la punct un motor diferențial, deși în cele din urmă abandonează acest proiect, complex din punct de vedere tehnic și costisitor, pentru a se concentra asupra dezvoltării unui computer de uz general.

1825

Primul voiaj al locomotivei „Locomotion No. 1" a lui George Stephenson, cel dintâi motor cu aburi care transportă pasageri și mărfuri în mod regulat.

1829

William Austin Burt inventează o precursoare a mașinii de scris.

1832

Charles Babbage dezvoltă principiile motorului analitic. Este primul computer din lume (cu toate că nu a funcționat niciodată) și poate fi programat pentru rezolvarea unei largi game de probleme de calcul și logice.

1837

Samuel Finley Breese Morse patentează o versiune mai practică a telegrafului. Transmite litere sub forma unui cod constituit din puncte şi linii, sistem care se afla în uz în mod curent şi după mai mult de un secol.

1839

Un nou proces de realizare a fotografiilor, cunoscut sub numele de dagherotip, este prezentat de francezul Louis-Jacques Daguerre.

1839

Este pusă la punct prima celulă de combustibil, de către galezul William Robert Grove.

1843

Ada Lovelace, care este considerată primul programator din lume, unicul copil al Lordului Byron, publică propriile note şi o traducere a lucrării lui L.P. Menabrea referitoare la motorul analitic al lui Babbage. Ada Lovelace speculează pe marginea capacităţii computerelor de a imita inteligenţa umană.

1846

Elias Howe, din Spenser, Massachusetts, patentează prima maşină de cusut.

1846

Alexander Bain îmbunătăţeşte semnificativ viteza comunicaţiilor telegrafice folosind hârtie perforată pentru transmiterea acestora.

1847

George Boole îşi publică ideile incipiente referitoare la logică, pe care ulterior le va dezvolta creând teoria logicii şi aritmeticii binare. Teoriile sale formează în continuare baza pentru computaţia modernă.

1854

Paris şi Londra sunt conectate prin telegraf.

1859

Charles Darwin explică principiul selecţiei naturale şi influenţa acesteia asupra evoluţiei diverselor specii, în lucrarea *Originea speciilor.*

1861

Linii telegrafice leagă San Francisco de New York.

1867

Zénobe Théophile Gramme inventează primul generator practic comercial, care produce curent alternativ.

1869

Thomas Edison vinde cu 40.000 de dolari telegraful pentru bursă inventat de el, cumpărător fiind Wall Street-ul.

1870

Produsul intern brut pe cap de locuitor al Statelor Unite, exprimat la valoarea dolarului din 1958, este de 530 de dolari. Au slujbe douăsprezece milioane de americani sau 31 la sută din populaţie şi numai 2 la sută dintre adulţi au diplome de liceu.

1871

La moartea sa, Charles Babbage lasă mai bine de treizeci şi şapte de metri pătraţi de desene ale motorului său analitic.

1876

Alexander Graham Bell primeşte patentul numărul 174.465 al Statelor Unite pentru telefon. Este cel mai profitabil patent acordat la acea vreme.

1877

William Thomson, cunoscut ulterior sub numele de Lord Kelvin, demonstrează că este posibil ca maşinile să fie programate să rezolve o mare varietate de probleme matematice.

1879

Primul bec cu incandescenţă care arde pentru o durată de timp substanţială este inventat de Thomas Alva Edison.

1882

Thomas Alva Edison concepe iluminarea electrică a staţiei Pearl Street din New York, în sudul cartierului Broadway.

1884

Este patentat stiloul, de către Lewis E. Waterman.

1885

Boston şi New York sunt legate prin telefon.

1888

William S. Burroughs patentează prima maşină sigură de adunat cu claviatură. Acest calculator e modificat patru ani mai târziu, pentru a include scăderea şi imprimarea, şi devine folosit pe scară largă.

1888

Heinrich Hertz transmite ceea ce se cunoaşte astăzi sub numele de unde radio.

1890

Pornind de la ideile furnizate de războiul de ţesut al lui Jacquard şi de motorul analitic al lui Babbage, Herman Hollerith patentează o maşină electromecanică de informaţii care foloseşte cartele perforate. Câştigă concursul pentru recensământul din anul 1890 din Statele Unite, incluzând prin aceasta electricitatea pentru prima oară într-un proiect major de procesare a datelor.

1896

Herman Hollerith fondează *Tabulating Machine Company*. Această companie va deveni ulterior IBM.

1897

Datorită accesului la pompe de vid mai bune decât existau anterior, Joseph John Thomson descoperă electronul, prima particulă mai mică decât atomul care a fost cunoscută.

1897

Alexander Popov, fizician din Rusia, foloseşte o antenă pentru transmiterea undelor radio. Italianul Guglielmo Marconi obţine primul patent din lume acordat pentru radio şi ajută la organizarea unei companii care să-i comercializeze sistemul.

1899

Sunetul este înregistrat magnetic pe fir sau pe fâşii metalice subţiri.

1900

Herman Hollerith introduce alimentarea automată cu carduri a mașinii sale de informații, pentru îmbunătățirea prelucrării datelor de la recensământul din anul 1900.

1900

Telegraful leagă de-acum întreaga lume civilizată. În Statele Unite, există peste 1,4 milioane de telefoane, 8.000 de automobile înregistrate și 24 de milioane de becuri electrice, acestea din urmă împlinind promisiunea lui Edison că „becurile electrice vor fi atât de ieftine, că numai cei bogați își vor permite lumânări". În plus, *Gramophone Company* face reclamă unei oferte de 5.000 de înregistrări.

1900

Peste o treime dintre muncitorii americani sunt implicați în producerea de alimente.

1901

Este construită prima mașină electrică de scris, Blickensderfer Electric.

1901

Sigmund Freud publică *Interpretarea viselor*. Această carte, împreună cu alte lucrări ale lui, ajută la punerea în lumină a funcționării minții.

1902

Millar Hutchinson, din New York, inventează primul aparat auditiv electric.

1905

Guglielmo Marconi pune la punct prima antenă radio direcțională.

1908

Are loc primul zbor al lui Orville Wright, care durează o oră încheiată.

1910-1913

Bertrand Russell și Alfred North Whitehead publică *Principia Mathematica*, o lucrare pe tema elementelor fundamentale ale

matematicii. Această lucrare în trei volume prezintă o metodologie nouă pentru întreaga matematică.

1911

După ce achiziţionează mai multe alte companii, Tabulating Machine Company a lui Herman Hollerith îşi schimbă numele în Computing-Tabulating-Recording Company (CTR).

1915

Thomas J. Watson în San Francisco şi Alexander Graham Bell în New York iau parte la prima convorbire telefonică transcontinentală.

1921

Dramaturgul ceh Karel Čapek inventează, în anul 1917, termenul *robot*. În cunoscuta sa piesă ştiinţifico-fantastică *R.U.R.* (*Rossums Universal Robots*), el descrie maşini inteligente care, deşi au fost create pentru a-i sluji pe oameni, sfârşesc prin a prelua controlul asupra lumii şi a distruge întreaga omenire.

1921

Ludwig Wittgenstein publică *Tractatus Logico-Philosophicus*, care este în mod argumentat una dintre cele mai influente lucrări filosofice ale secolului XX. Wittgenstein este considerat primul pozitivist logic.

1924

Compania lui Hollerith, care s-a intitulat iniţial Tabulating Machine Company iar apoi The Computing-Tabulating-Recording Company (CTR), este redenumită International Business Machines (IBM) de către Thomas J. Watson, noul preşedinte director general al său. IBM va domina industria modernă a computerelor şi va deveni una dintre cele mai mari corporaţii industriale din lume.

1925

Niels Bohr şi Werner Heisenberg pun temeliile mecanicii cuantice.

1927

Werner Heisenberg prezintă principiul incertitudinii, care spune că electronii nu au o localizare precisă, ci sunt nori de

probabilitate ale localizărilor posibile. Cinci ani mai târziu, va primi un Premiu Nobel pentru descoperirea mecanicii cuantice.

1928

John von Neumann lansează teorema minimax. Aceasta va fi intens folosită în programele de jocuri ale viitorului.

1928

În acest an este prezentată prima televiziune integral electronică, de către Philo T. Farnsworth, iar un sistem de televiziune color este patentat de Vladimir Zworkin.

1930

În Statele Unite, 60 la sută din totalul gospodăriilor au radiouri, numărul radiourilor personale ajungând la 18 milioane.

1931

Kurt Gödel prezintă teorema incompletitudinii, considerată de mulţi ca fiind cea mai importantă teoremă din matematică.

1931

Ernst August Friedrich Ruska şi, independent de el, Rheinhold Ruedenberg inventează microscopul electronic.

1935

Este creat prototipul pentru prima maşină inimă-plămâni.

1937

Grote Reber din Wheaton, Illinois, construieşte primul telescop radio intenţional, un disc cu diametrul de 9,4 metri.

1937

Alan Turing lansează maşina Turing, un model teoretic de computer, în lucrarea sa *On Computable Numbers – Despre numere computabile*. Ideile sale se bazează pe cercetările lui Bertrand Russell şi Charles Babbage.

1937

Alonzo Church şi Alan Turing pun la punct, independent, teza Church-Turing. Această teză afirmă că toate problemele pe care le poate rezolva o fiinţă umană pot fi reduse la un set de

algoritmi, fapt ce susţine ideea că inteligenţa maşinilor şi inteligenţa umană sunt, în esenţă, echivalente.

1938

Laszlo Biro patentează primul pix.

1939

Debutează zborurile comerciale programate care traversează Oceanul Atlantic.

1940

John V. Atanasoff şi Clifford Berry construiesc primul computer *electronic* (deşi neprogramabil), denumit ABC.

1940

Primul computer operaţional din lume, cunoscut sub numele de Robinson, este creat de Ultra – efort britanic de război de producere a unui computer, proiectul reunind zece mii de persoane. Folosind relee electromecanice, Robinson a decodificat cu succes mesajele cifrate de Enigma, maşina de codificare de primă generaţie a naziştilor.

1941

Primul computer digital total *programabil* din lume, Z-3, este pus la punct de Konrad Zuse din Germania. Arnold Fast, un matematician german orb, angajat pentru a-l programa pe Z-3, este primul programator din lume al unui computer operaţional programabil.

1943

Warren McCulloch şi Walter Pitts explorează arhitecturi ale reţelelor neuronale în căutarea inteligenţei, în cartea lor *Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity – Operarea logică a ideilor imanentă în activitatea nervoasă.*

1943

Continuându-şi efortul de război, echipa britanică a computerului Ultra îl construieşte pe Colossus, care contribuie la victoria Aliaţilor în al Doilea Război Mondial, fiind capabil să descifreze chiar şi codurile germane mai complexe. Colossus foloseşte tuburi electronice, care sunt de o sută de mii de ori mai rapide decât releele utilizate la Robinson.

1944

Howard Aiken termină computerul Mark I., folosind bandă de hârtie perforată pentru programare şi tuburi electronice cu vid pentru rezolvarea problemelor. Este primul computer programabil construit de un american.

1945

John von Neumann, profesor la Institutul pentru Studii Avansate din Princeton, New Jersey, publică prima lucrare modernă în care este descris conceptul de program stocat.

1946

Primul computer programabil, complet electronic, de scop general (programabil) din lume este creat pentru armată de către John Presper Eckert şi John W. Mauchley. Numit ENIAC, acesta este de aproape o mie de ori mai rapid decât Mark I.

1946

Televiziunea debutează mult mai rapid decât a făcut-o radioul în anii 1920. În 1946, procentul de gospodării americane în care exista un televizor era de 0,02 la sută. Acest procent va sări la 72 la sută în 1956 şi la mai mult de 90 la sută până în 1983.

1947

Este inventat tranzistorul, de către William Bradford Shockley, Walter Hauser Brattain şi John Bardeen. Acest dispozitiv minuscul funcţionează ca un tub electronic cu vid, dar este capabil să permită şi să împiedice trecerea curentului electric cu viteze substanţial mai mari. Tranzistorul revoluţionează microelectronica şi contribuie la reducerea costurilor computerelor, conducând la dezvoltarea serverelor şi a minicomputerelor.

1948

Norbert Wiener publică *Cibernetica*, o carte fundamentală de teoria informaţiei. Norbert Wiener inventează şi cuvântul *cibernetică*, având semnificaţia de „ştiinţa controlului şi comunicării la animale şi la maşini".

1949

Maurice Wilkes construieşte EDSAC, primul computer din lume cu program stocat, realizarea lui fiind influenţată de Eckert

şi Mauchley. Computerul BINAC, creat de noua companie americană a lui Eckert şi Mauchley, este prezentat la scurt timp după aceea.

1949

George Orwell schiţează o lume care te îngheaţă şi în care computerele sunt folosite de birocraţii imense pentru monitorizarea şi înrobirea populaţiei, în cartea sa *1984*.

1950

Eckert şi Mauchley creează UNIVAC, primul computer care a fost comercializat. A fost folosit pentru compilarea rezultatelor recensământului din Statele Unite, marcând prima oară când recensământul este realizat de un computer programabil.

1950

În lucrarea sa *Computing Machinery and Intelligence – Maşini şi inteligenţă computaţională –*, Alan Turing prezintă Testul Turing, un mijloc de a se determina dacă o maşină este inteligentă.

1950

În Statele Unite este transmisă prima emisiune color a unei televiziuni comerciale, iar în cursul anului care urmează, devine disponibilă la nivel transcontinental televiziunea alb-negru.

1950

Claude Elwood Shannon scrie *Programming a Computer for Playing Chess – Programarea computerului pentru a juca şah*, publicată în *Philosophical Magazine*.

1951

Eckert şi Mauchley construiesc EDVAC, primul computer care foloseşte conceptul de program stocat. Lucrările sunt realizate la Facultatea Moore din cadrul Universităţii Pennsylvania.

1951

Parisul este gazda unui Congres de Cibernetică.

1952

Computerul UNIVAC, utilizat de reţeaua de televiziune Columbia Broadcasting System (CBS), anticipează cu succes

alegerea lui Dwight D. Eisenhower ca președinte al Statelor Unite.

1952

Sunt lansate radiourile de buzunar, cu tranzistori.

1952

Nathaniel Rochester îl proiectează pe 701, primul computer digital pentru producția de linie de la IBM. Este comercializat în scopuri științifice.

1953

James D. Watson și Francis H.C. Crick descoperă structura chimică a moleculei de ADN.

1953

Sunt publicate *Investigațiile filosofice* ale lui Ludwig Wittgenstein și *Așteptându-l pe Godot*, piesa lui Samuel Beckett. Ambele documente sunt considerate de o importanță majoră pentru existențialismul modern.

1953

Marvin Minsky și John McCarthy primesc pe timpul verii slujbe la Laboratoarele Bell.

1955

Este fondat Semiconductor Laboratory al lui William Shockley, prin aceasta născându-se Silicon Valley.

1955

Companiile Remington Rand Corporation și Sperry Gyroscope își unesc forțele și devin Sperry-Rand Corporation. O vreme, această companie a constituit un concurent serios pentru IBM.

1955

IBM își lansează primul computer pe tranzistori. Acesta conține 2.200 de tranzistori în locul a 1.200 de tuburi electronice cu vid care ar fi fost necesare pentru asigurarea unei capacități de calcul echivalente.

1955

O companie din Statele Unite finalizează proiectul unei maşini gen robot care să fie utilizată în industrie.

1955

Allen Newell, J.C. Shaw şi Herbert Simon creează IPL-II, primul limbaj artificial inteligent.

1955

Noul program spaţial şi organismul militar al Statelor Unite recunosc importanţa deţinerii unor computere cu o capacitate de calcul suficient de mare pentru lansarea rachetelor spre Lună şi a rachetelor balistice stratosferice. Ambele organizaţii acordă finanţări masive pentru cercetări.

1956

Allen Newell, J.C. Shaw şi Herbert Simon pun la punct *The Logic Theorist – Teoreticianul logic –*, care foloseşte tehnici de căutare recurente pentru rezolvarea problemelor.

1956

John Backus împreună cu o echipă de la IBM inventează limbajul FORTRAN, primul limbaj ştiinţific de programare.

1956

Stanislaw Ulam pune la punct MANIAC I, primul program de computer care a învins un om la şah.

1956

Compania Lip din Franţa prezintă primul ceas de mână cu baterii.

1956

În cadrul unei conferinţe pe tema computerelor ţinută la Colegiul Dartmouth, este inventat termenul de *Inteligenţă Artificială.*

1957

Kenneth H. Olsen fondează Digital Equipment Corporation.

1957

Allen Newell, J.C. Shaw şi Herbert Simon pun la punct programul *The General Problem Solver – Rezolvitorul general de*

probleme –, care folosește căutarea recurentă pentru soluționarea problemelor.

1957

Noam Chomsky scrie *Syntactic Structures – Structuri sintactice* –, în care analizează cu seriozitate capacitatea de operare care ar fi necesară pentru înțelegerea limbajului natural. Este prima dintre multele lucrări importante care îi vor aduce titlul de Părinte al lingvisticii moderne.

1958

Jack St. Clair Kilby de la Texas Instruments creează un circuit integrat.

1958

John McCarthy și Marvin Minsky fondează Laboratorul pentru Inteligență Artificială de la Institutul Tehnologic al statului Massachusetts.

1958

Allen Newell și Herbert Simon fac predicția potrivit căreia, în decurs de zece ani, un computer digital va fi campion mondial la șah.

1958

John McCarthy perfecționează LISP, un limbaj precursor de Inteligență Artificială.

1958

Este fondată Agenția pentru Proiecte de Cercetare Avansată în Domeniul Apărării, care va finanța importante cercetări în domeniul științei computerelor.

1958

Seymour Cray construiește Control Data Corporation 1604, primul supercomputer complet tranzistorizat.

1958-1959

Jack Kilby și Robert Noyce pun la punct, independent, cipul de computer. Acest cip conduce la dezvoltarea unor computere mult mai ieftine și mai mici.

1959

Arthur Samuel îşi încheie studiul pe tema învăţării la maşini. Proiectul, un program de joc de dame, joacă la fel de bine ca unii dintre cei mai buni jucători ai vremii.

1959

Pregătirea electronică a documentelor sporeşte consumul de hârtie în Statele Unite. În acest an, pe plan naţional, se consumă 7 milioane de tone de hârtie. În 1986 se vor consuma 22 de milioane de tone. Numai firmele americane consumă 850 de miliarde de pagini în 1981, 2,5 mii de miliarde de pagini în 1986 şi 4 mii de miliarde de pagini în 1990.

1959

Grace Murray Hopper pune la punct limbajul de computer COBOL, conceput pentru utilizarea sa în domeniul afacerilor, autorul lui fiind şi unul dintre primii programatori ai computerului Mark I.

1959

Xerox lansează primul copiator comercial.

1960

Theodore Harold Maimen pune la punct primul laser. Acesta foloseşte un cilindru de rubin.

1960

Recent înfiinţata Agenţie pentru Proiecte de Cercetare Avansată în Domeniul Apărării îşi măreşte substanţial finanţările pentru cercetările în domeniul computerelor.

1960

În Statele Unite funcţionează deja aproximativ şase mii de computere.

Deceniul 1960

Maşinile de tipul reţelelor neuronale sunt cât se poate de simple şi încorporează un mic număr de neuroni, organizaţi pe unul sau două straturi. Se precizează că aceste modele au capacităţi limitate.

1961

La MIT e pus la punct primul computer de gen *time-sharing*.

1961

Președintele John F. Kennedy asigură sprijinul necesar pentru proiectul spațial Apollo și inspirația pentru cercetări importante în domeniul științei computerelor, în discursul prezentat în fața Congresului, în care spune printre altele: „Cred că trebuie să ne ducem pe Lună"

1962

O companie din Statele Unite vinde primii roboți industriali din lume.

1962

Frank Rosenblatt definește Perceptronul în lucrarea sa *Principles of Neurodynamics – Principiile neurodinamicii*. Rosenblatt a lansat Perceptronul, un element simplu de procesare pentru rețelele neuronale, în cadrul unei conferințe din anul 1959.

1963

John McCarthy înființează Laboratorul pentru Inteligența Artificială de la Universitatea Stanford.

1963

Este publicată influenta lucrare *Steps Toward Artificial Intelligence – Pași către Inteligența Artificială* – a lui Marvin Minsky.

1963

Compania Digital Equipment Corporation anunță crearea lui PDP-8, primul minicomputer de succes.

1964

IBM își lansează seria 360, prin aceasta consolidându-și și mai mult poziția de lider în industria computerelor.

1964

Thomas E. Kurtz și John G. Kenny de la Colegiul Dartmouth inventează limbajul BASIC (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code).

1964

Daniel Bobrow îşi termină lucrarea de doctorat cu tema *Student*, un program în limbaj natural care poate să rezolve probleme de algebră de nivel liceal.

1964

Predicţia făcută de Gordon Moore în acest an spune că circuitele integrate îşi vor dubla complexitatea în fiecare an. Această predicţie va deveni cunoscută sub numele de Legea lui Moore şi se va dovedi a fi adevărată (cu revizuirile ulterioare) în cursul deceniilor care au urmat.

1964

Marshall McLuhan, în lucrarea sa *Understanding Media*, anticipează potenţialul mijloacelor electronice de informare în masă, în special al televiziunii, de a crea un „sat global" în care „mediul este mesajul"

1965

Raj Reddy înfiinţează Institutul de Robotică de la Universitatea Carnegie Mellon, care va deveni un centru de cercetări de prim rang în domeniul Inteligenţei Artificiale.

1965

Hubert Dreyfus prezintă un set de argumente filosofice împotriva posibilităţii obţinerii Inteligenţei Artificiale, într-un memoriu intern din cadrul corporaţiei RAND, intitulat *Alchemy and Artificial Intelligence – Alchimie şi Inteligenţă Artificială*.

1965

Herbert Simon anticipează că, până în anul 1985, „maşinile vor fi capabile să facă orice muncă pe care o poate face şi un om".

1966

Stephen B. Gray înfiinţează *The Amateur Computer Society*, posibil primul club de computere personale. *The Amateur Computer Society Newsletter* este una dintre primele reviste de computere.

1967

Primul *pacemaker* din lume este pus la punct de Medtronics. Foloseşte circuite integrate.

1968

Gordon Moore şi Robert Noyce înființează corporația Intel (Integrated Electronics).

1968

Imaginația oamenilor este stimulată de ideea unui computer care să poată vedea, vorbi, auzi şi gândi, odată cu apariția lui HAL în filmul lui Arthur C. Clarke şi Stanley Kubrick *Odiseea spațială 2001*.

1969

Marvin Minsky şi Seymour Papert prezintă limitele rețelelor neuronale în cartea lor *Perceptrons*. Teorema fundamentală a cărții afirmă că *Perceptronul* este incapabil să stabilească dacă un desen în linii este complet conectat. În esență, cartea pune capăt finanțării cercetărilor din domeniul rețelelor neuronale.

1970

Produsul intern brut pe cap de locuitor al Statelor Unite este de 3.500 de dolari la valoarea dolarului din 1958 sau de peste şase ori mai mare decât în urmă cu un secol.

1970

Este lansată discheta, pentru stocarea informațiilor în computere.

Circa 1970

Specialiştii de la Centrul de Cercetări Xerox din Palo Alto (PARC) pun la punct primul computer personal, numit Alto. Computerul Alto creat de PARC face pionierat în folosirea graficii bitmap, a ferestrelor, icoanelor şi dispozitivelor de indicare de tip *mouse*.

1970

Terry Winograd îşi termină teza fundamentală pe subiectul SHRDLU, un sistem de limbaj natural care prezintă un comportament inteligent divers în mica lume a cuburilor pentru copii. SHRDLU este criticat, însă, pentru lipsa caracterului de generalitate.

1971

Corporația Intel lansează Intel 4004, primul microprocesor.

1971

Este lansat primul calculator de buzunar. Poate să efectueze operaţii de adunare, scădere, înmulţire şi împărţire.

1972

Continuând criticile la adresa capacităţilor Inteligenţei Artificiale, Hubert Dreyfus publică *What Computers Can't Do – Ce nu pot să facă computerele –*, în care argumentează că manipularea simbolurilor nu poate reprezenta fundamentul inteligenţei omului.

1973

Stanley H. Cohen şi Herbert W. Boyer arată că şirurile ADN pot fi tăiate, lipite şi apoi reproduse prin inserarea lor în bacteria *Escherichia coli*. Aceste cercetări compun fundamentul pentru ingineria genetică.

1974

Începe să apară *Creative Computing*. Este prima revistă pentru pasionaţii de computere individuale.

1974

Corporaţia Intel anunţă producerea microprocesorului de 8 biţi 8080, primul microprocesor de uz general.

1975

Vânzările de microcomputere în Statele Unite ajung la peste cinci mii de exemplare şi este lansat primul computer personal, Altair 8800. Are o memorie de 256 de biţi.

1975

Apare *BYTE*, prima revistă de computere cu distribuţie largă.

1975

Gordon Moore îşi revizuieşte observaţia privitoare la dublarea ratei tranzistorilor de pe un circuit integrat, de la douăsprezece luni, la douăzeci şi patru de luni.

1976

Compania Kurzweil Computer Products lansează Kurzweil Reading Machine (KRM) – Maşina de Citit Kurtzweil –, prima

care realizează transferul scris-vorbire, fiind destinată orbilor. Pe baza primei tehnologii de recunoaştere a oricărui font (OCR), KRM scanează şi citeşte cu voce tare orice material tipărit (cărţi, reviste, documente dactilografiate).

1976

Stephen G. Wozniak şi Steven P. Jobs înfiinţează Apple Computer Corporation.

1977

În filmul *Războiul Stelelor* este prezentat cu multă imaginaţie conceptul de robot cu aspect uman real şi cu emoţii umane convingătoare.

1977

Pentru prima oară, o companie telefonică derulează experienţe pe scară largă în domeniul încorporării fibrelor optice în sistemul de telefonie.

1977

Apple II, primul computer personal care urmează a fi comercializat în formă asamblată şi primul care oferă oportunităţi de realizare a unor operaţiuni de grafică color, este lansat pe piaţă cu succes.

1978

Texas Instruments lansează programul *Speak & Spell*, un ajutor computerizat pentru copiii mici. Acesta este primul produs care a reprodus electronic organul fonator uman pe un cip.

1979

În cadrul unui studiu fundamental realizat de nouă cercetători şi publicat în *Journal of the American Medical Association*, performanţele programului de computer MYCIN sunt comparate cu cele ale medicilor în privinţa diagnosticării unui număr de zece cazuri de meningită. MYCIN se descurcă cel puţin la fel de bine ca experţii umani din domeniul medical. Începe să fie larg recunoscut potenţialul sistemelor-expert în medicină.

1979

Dan Bricklin şi Bob Frankston consacră computerul personal ca instrument serios de lucru, punând la punct Visicalc, primul program de calcul.

1980

Veniturile obţinute din industria Inteligenţei Artificiale sunt de numai câteva milioane de dolari în acest an.

Deceniul 1980

Pe măsură ce modelele neuronului devin din ce în ce mai sofisticate, paradigma reţelelor neuronale începe să se reafirme şi sunt folosite în mod curent reţele cu mai multe straturi.

1981

Xerox produce Star Computer, lansând în acest fel conceptul de *Desktop Publishing*. *Laserwriter* al companiei Apple, care apare în 1985, va mări şi mai mult viabilitatea acestui mod necostisitor şi eficient prin care autorii şi artiştii îşi pot crea singuri documentele finalizate.

1981

IBM lansează Computerul Personal – Personal Computer (PC).

1981

Canon prezintă prototipul imprimantei Bubble Jet.

1982

Sunt puse în vânzare pentru prima oară playere de CD-uri.

1982

Mitch Kapor prezintă Lotus 1-2-3, un program de calcul extraordinar de popular.

1983

Faxurile devin rapid o necesitate în lumea afacerilor.

1983

La Los Angeles, în cadrul primei ediţii North American Music Manufacturers, este prezentat sistemul Musical Instrument Digital Interface (MIDI).

1983

În Statele Unite sunt vândute şase milioane de computere personale.

1984

Apple Macintosh lansează „metafora desktop", al cărei pionier a fost Xerox, incluzând grafică bitmap, icoane și *mouse*.

1984

William Gibson folosește termenul *cyberspace* – ciberspațiu – în cartea sa *Neuromancer*.

1984

Este lansat pe piață sintetizatorul Kurzweil 250 (K250), considerat a fi primul instrument electronic care a imitat cu succes sunetele instrumentelor acustice.

1985

Marvin Minsky publică *The Society of Mind – Societatea minții* –, în care prezintă o teorie a minții potrivit căreia inteligența este văzută ca rezultatul organizării adecvate a unei ierarhii de minți cu mecanisme simple la cel mai redus nivel al ierarhiei.

1985

Jerome Weisner și Nicholas Negroponte înființează Laboratorul Media de la MIT. Laboratorul este dedicat cercetării posibilelor aplicații și interacțiuni ale științei computerelor, sociologiei și inteligenței artificiale, în contextul tehnologiei media.

1985

În Statele Unite sunt 116 milioane de locuri de muncă, în comparație cu 12 milioane în anul 1870. În același interval de timp, procentul salariaților a crescut de la 31 la 48 la sută, iar Produsul Intern Brut pe cap de locuitor, exprimat la o valoare de referință a dolarului, a crescut cu 600 la sută. Aceste tendințe nu prezintă indicii de recul.

1986

Claviaturile electronice reprezintă 55,2 la sută din piața muzicală americană, față de 9,5 la sută în anul 1980.

1986

În Statele Unite, speranța de viață este în jur de 74 de ani. Doar 3 la sută din forța de muncă americană mai e implicată în producția de alimente. 76 la sută dintre americanii adulți au

diplome de absolvire a liceului şi 7,3 milioane de americani urmează cursurile unui colegiu.

1987

Bursa de mărfuri din New York înregistrează cea mai mare pierdere într-o singură zi de tranzacţionare, în mare parte din cauza tranzacţiilor computerizate.

1987

Sistemele de vorbire curentă pot să asigure: un vocabular cuprinzător, recunoaşterea vorbirii continue şi independenţa vorbitorului.

1987

Sistemele vizuale robotizate reprezintă o industrie de 300 de milioane de dolari şi va creşte, atingând 800 de milioane de dolari până în anul 1990.

1988

Memoria de computer costă de o sută de milioane de ori mai puţin decât în 1950.

1988

Marvin Minsky şi Seymour Papert publică o ediţie revizuită a cărţii lor *Perceptrons*, în care discută recentele progrese ale maşinilor bazate pe reţele neuronale, din punctul de vedere al inteligenţei.

1988

În Statele Unite, în acest an, sunt vândute 4.700.000 de microcomputere, 120.000 de minicomputere şi 11.500 de servere.

1988

Computerul Connection Machine al lui W. Daniel Hillis este capabil de 65.536 de operaţii concomitente.

1988

Computerele *notebook* iau locul laptopurilor mari, din punctul de vedere al popularităţii.

1989

Intel lansează microprocesorul de 16-megaherţi (MHZ) 80386SX, 2.5 MIPS.

1990

Apare *Nautilus*, prima revistă dedicată CD-ROM.

1990

Dezvoltarea limbajului Hypertext Markup de către cercetătorul Tim Berners-Lee şi punerea lui în circulaţie de către CERN, laboratorul de fizica energiilor înalte de la Geneva, Elveţia, duc la conceperea World Wide Web.

1991

Telefoanele celulare şi poşta electronică cunosc o creştere a popularităţii ca instrumente personale de afaceri şi comunicaţii.

1992

NEC pune în circulaţie primul CD-ROM drive cu viteză dublă.

1992

Este prezentat primul PDA (Personal Digital Assistant – asistent digital personal), în cadrul Salonului de Electronică de Larg Consum de la Chicago. Dezvoltatorul este Apple Computer.

1993

Intel lansează microprocesorul Pentium de 32 de biţi. Acest cip are 3,1 milioane de tranzistoare.

1994

Apare World Wide Web.

1994

America Online are peste 1 milion de abonaţi.

1994

Încep să fie larg folosite scannerele şi CD-ROM-urile.

1994

Digital Equipment Corporation lansează o versiune de 300 MHZ a procesorului Alpha AXP, care execută 1 miliard de instrucţiuni pe secundă.

1996

Compaq Computer şi NEC Computer Systems comercializează computere de mână care rulează Windows CE.

1996

NEC Electronics comercializează procesorul R4101 pentru PDA. Acesta include şi o interfaţă *touch-screen*.

1997

Deep Blue îl înfrânge pe Garry Kasparov, campionul mondial la şah, în cadrul unui turneu.

1997

Dragon Systems lansează Naturally Speaking, primul software pentru dictare în vorbire continuă.

1997

Videotelefoanele sunt folosite în mediul de afaceri.

1997

Încep să fie utilizate sistemele de recunoaştere facială la bancomate.

1998

Divizia de Dictare a companiei Lernout & Hauspie Speech Products (fostă Kurzweil Applied Intelligence) lansează Voice Xpress Plus, primul program de recunoaştere a vorbirii continue, cu capacitatea de a înţelege comenzi în limbaj natural.

1998

Încep să fie realizate în mod curent tranzacţii telefonice între clientul uman şi un sistem automat care angajează un dialog verbal cu clientul (de exemplu, rezervări la United Airlines).

1998

Apar fonduri de investiţii care folosesc algoritmi evolutivi şi reţele neuronale pentru luarea deciziilor de investiţii (de exemplu, Advanced Investment Technologies).

1998

World Wide Web este omniprezent. Este ceva obişnuit ca elevii de liceu şi magazinele alimentare locale să aibă site-uri web.

1998

Personajele automate, care apar sub forma unor chipuri animate care vorbesc cu mişcări realiste ale gurii şi cu expresii

faciale, lucrează în laboratoare. Aceste personaje răspund la afirmațiile verbale și la expresiile faciale ale utilizatorilor umani. Ele sunt dezvoltate pentru a fi folosite la viitoarele interfețe pentru utilizatori, pentru produse și servicii, în calitate de asistenți personalizați de cercetări și afaceri și pentru realizarea tranzacțiilor.

1998

Afișajul retinian virtual Virtual Retina Display (VRD) al companiei Microvision proiectează imaginile direct pe retinele utilizatorilor. Cu toate că aceste device-uri sunt costisitoare, sunt proiectate versiuni de larg consum pentru anul 1999.

1998

Este dezvoltată tehnologia „Bluetooth" pentru rețele locale corporale (LANS) și pentru comunicațiile fără fir între computerele personale și perifericele asociate. Sunt puse la punct comunicații fără fir pentru conexiuni la web pe bandă largă.

1999

Este publicată cartea *Epoca mașinilor spirituale: când computerele depășesc inteligența umană* a lui Ray Kurzweil – disponibilă la librăria de lângă casă!

2009

Un computer personal de 1.000 de dolari poate realiza o mie de miliarde de operații pe secundă.

Computerele personale cu afișaje vizuale de înaltă rezoluție se găsesc într-o largă gamă, de la cele suficient de mici pentru a fi înglobate în îmbrăcăminte și bijuterii, până la cele cât o carte subțire.

Cablurile dispar. Comunicațiile dintre componente folosesc tehnologia fără fir pe distanțe mici. Comunicațiile fără fir de mare viteză asigură accesul la web.

Cea mai mare parte a textelor sunt create folosindu-se recunoașterea vorbirii continue. De asemenea, omniprezente sunt și interfețele lingvistice pentru utilizatori (LUIS).

Cele mai multe tranzacții comerciale (cumpărări, călătorii, rezervări) au loc între un om și un personaj virtual. Adeseori, personajul virtual include o prezență vizuală animată care se aseamănă cu un chip uman.

Cu toate că organizarea tradiţională la clasă este în continuare cea obişnuită, au apărut, ca mijloc obişnuit de învăţare, programe de cursuri inteligente.

Maşinile de citit de buzunar, destinate orbilor şi celor cu handicapuri vizuale, „maşinile de ascultat" (conversia verbal-text) pentru surzi şi dispozitivele ortopedice controlate de computer pentru persoanele paraplegice se concretizează într-o amplificare a percepţiei că dizabilităţile primare nu provoacă în mod necesar handicapuri.

Telefoanele-translatoare (traducere verbală verbal-verbal) sunt folosite în mod curent pentru multe perechi de limbi.

Accelerarea veniturilor de pe urma progresului tehnologiei computerelor s-a concretizat într-o continuă expansiune economică. Deflaţia preţurilor, care a reprezentat o realitate în domeniul computerelor în cursul secolului XX, se produce acum în afara acestui domeniu. Motivul este acela că practic toate sectoarele economiei sunt profund afectate de perfecţionarea accelerată a performanţei de preţ în computaţie.

Muzicienii umani se antrenează în mod curent în partide muzicale cu muzicienii cibernetici.

Tratamentele realizate prin mijloacele bioingineriei pentru cancer şi pentru afecţiunile cardiace au redus foarte mult mortalitatea asociată acestor afecţiuni.

Mişcarea neoluddită este în plin avânt.

2019

Un dispozitiv de computare în valoare de 1.000 de dolari (la valoarea dolarului din 1999) are aproximativ capacitatea computaţională a creierului uman.

De-acum, computerele sunt în mare parte invizibile şi sunt înglobate pretutindeni – în pereţi, mese, scaune, birouri, îmbrăcăminte, bijuterii şi trupuri.

Afişajele tridimensionale pentru realitatea virtuală, încorporate în ochelari şi în lentile de contact, precum şi „lentilele" auditive sunt folosite în mod curent ca interfeţe primare pentru comunicarea cu alte persoane, computere, web şi realitatea virtuală.

Cea mai mare parte a interacțiunilor cu computarea se realizează prin intermediul gesturilor și al comunicării biunivoce verbale, în limbaj natural.

Mașini realizate prin intermediul nanoingineriei încep să fie folosite în aplicații de fabricație și în controlul proceselor.

Mediile de înaltă rezoluție, tridimensionale, vizuale și auditive de realitate virtuală și medii realiste total tactile le permit oamenilor să facă practic orice cu oricine, indiferent de proximitatea fizică.

Cărțile sau documentele pe hârtie sunt rar folosite și cea mai mare parte a învățării se realizează cu ajutorul profesorilor simulați, inteligenți, bazați pe software.

Persoanele oarbe folosesc în mod curent sisteme de citire-navigație incluse în ochelari. Persoanele surde citesc ce spun cei din jur prin intermediul afișajelor din lentile. Persoanele paraplegice și unele cvadriplegice pot să meargă și să urce scările cu ajutorul unei combinații de stimulare nervoasă controlată de computer și dispozitive exoscheletice robotizate.

Marea majoritate a tranzacțiilor includ un personaj simulat.

Pe majoritatea drumurilor sunt instalate deja sisteme de șofat automat.

Oamenii încep să aibă relații cu personaje automate și le folosesc drept companioni, profesori, îngrijitori și parteneri.

În toate artele apar artiști virtuali, cu reputații proprii.

Există numeroase relatări privitoare la computere care trec Testul Turing, cu toate că aceste teste nu corespund criteriilor stabilite de către observatorii versați.

2029

O unitate de computație în valoare de 1.000 de dolari (la valoarea din 1999) are capacitatea computațională a unui număr de aproximativ 1.000 de creiere umane.

Implanturile definitive sau mobile (similare lentilelor de contact) pentru ochi, precum și implanturile cohleare sunt folosite actualmente pentru asigurarea input-ului și output-ului între utilizatorul uman și rețeaua mondială de computație.

Căile neuronale directe au fost perfecționate pentru conexiuni de bandă înaltă cu creierul uman. O gamă bogată de

implanturi neuronale devine disponibilă pentru amplificarea percepţiei vizuale şi auditive, precum şi pentru interpretare, memorie şi judecată.

Agenţii automaţi învaţă de-acum pe cont propriu, iar anumite cunoştinţe semnificative sunt create de maşini, fără intervenţie umană sau cu o minimă intervenţie umană. Computerele au citit toată literatura umană disponibilă, pe cea generată de maşini, precum şi toate materialele media.

Sunt larg folosite toate mediile de comunicaţii totale – vizuale, auditive şi tactile – prin intermediul conexiunilor neuronale directe, permiţând ca realitatea virtuală să existe în absenţa unei „cabine de atingere totală"

Majoritatea comunicaţiilor nu implică un om. Majoritatea comunicaţiilor care implică un om se realizează între un om şi o maşină.

Aproape că nu mai există pentru oameni locuri de muncă în producţie, agricultură şi transporturi. Majoritatea rasei umane are acces la mijloacele de întreţinere a vieţii.

Au loc discuţii tot mai ample despre drepturile legale ale computerelor şi despre ce anume înseamnă a fi „uman"

Deşi computerele trec în mod curent forme aparent valide ale Testului Turing, persistă controversele legate de întrebarea dacă inteligenţa maşinilor egalează sau nu inteligenţa omului în toată diversitatea ei.

Maşinile susţin că sunt conştiente. Aceste pretenţii sunt în mare parte acceptate.

2049

Consumul curent de alimente obţinute prin nanoinginerie, care au compoziţia nutritivă corectă şi acelaşi gust şi textură ca alimentele produse în condiţii organice, evidenţiază faptul că disponibilul de alimente nu mai este afectat de resursele limitate, de starea nefavorabilă a vremii pentru recolte sau de degradarea recoltelor.

Se folosesc proiecţiile roiurilor de nanoboţi pentru crearea proiecţiilor vizual-auditiv-tactile ale oamenilor şi obiectelor în realitatea reală.

2072

Devine utilizabilă picoingineria (tehnologie în curs de dezvoltare la scara picometrului sau a mia miliarda parte dintr-un metru).[1]

2099 și până atunci

Se manifestă o tendință puternică de fuzionare a gândirii omului cu lumea inteligenței mașinilor, pe care a creat-o specia umană.

Nu se mai face o distincție clară între oameni și computere.

Majoritatea entităților conștiente nu au o prezență fizică permanentă.

Mașinile dotate cu inteligență, realizate după modele dezvoltate ale inteligenței umane, pretind că sunt oameni, cu toate că creierul lor nu se fundamentează pe procesele din celulele pe bază de carbon, ci pe echivalentele lor electronice și fotonice. Cea mai mare parte a acestor inteligențe nu sunt conectate la o anumită unitate de procesare computațională. Numărul de oameni care funcționează pe bază de software îl depășește cu foarte mult pe cel al oamenilor care folosesc în continuare computația bazată pe celule neuronale.

Chiar și în rândurile inteligențelor umane care mai utilizează rețelele de neuroni pe bază de carbon, este omniprezentă utilizarea tehnologiei implanturilor neuronale, care asigură o amplificare enormă a capacităților de percepție și cognitive ale omului. Oamenii care nu folosesc asemenea implanturi nu sunt capabili să ia parte într-un mod semnificativ la dialoguri cu cei care le folosesc.

Deoarece partea cea mai mare a informațiilor este publicată folosindu-se protocoale-standard de cunoaștere asimilate, informația poate fi înțeleasă instantaneu. Scopul educației și al ființelor inteligente este descoperirea unor noi cunoștințe care să fie învățate.

Propunerile avansate de femtoinginerie (ingineria la scara femtometrului sau a mia parte din a mia parte a unei miliardimi de metru) sunt controversate.[2]

Speranța de viață nu mai este un termen viabil pentru ființele inteligente.

Câteva milenii mai târziu...

Ființele inteligente iau în considerare soarta Universului.

CUM SĂ CONSTRUIEŞTI O MAŞINĂ INTELIGENTĂ ÎN TREI PARADIGME SIMPLE

Pe măsură ce Deep Blue avansează tot mai în adânc, dă dovadă de elemente de înţelegere strategică. Pe undeva, tactici simple se traduc în strategii. Acesta este lucrul cel mai apropiat de inteligenţa computerului pe care l-am văzut. Este o formă ciudată de inteligenţă, începutul inteligenţei. Dar poţi să-l simţi. Poţi să-l miroşi.

– Frederick Friedel, asistentul lui Garry Kasparov, comentând computerul care l-a bătut pe şeful lui

Ideea acestei propoziţii este să lămurească ce vrea să spună această propoziţie.

— Douglas Hofstadter

— Vă rog, vreţi să-mi spuneţi pe unde ar trebui să o iau? a întrebat Alice.

— Asta depinde foarte mult de locul unde vrei să ajungi, i-a spus Pisica.

— Nu-mi pasă prea mult unde..., a spus Alice.

— Atunci nu contează prea mult nici pe unde o iei, a spus Pisica.

— ...atâta timp cât ajung undeva, a adăugat Alice, ca o explicaţie.

— Oh, asta în mod sigur, a spus Pisica, doar să mergi suficient de mult.

– Lewis Carroll

Un profesor abia ce încheiase, la o augustă universitate, o prelegere referitoare la originea şi structura Universului, când o femeie în nişte tenişi vechi s-a apropiat de el. „Scuzaţi-mă, domnule, dar aţi înţeles totul absolut greşit", i-a spus ea. „Adevărul este că Universul

stă pe spatele unei țestoase imense." Profesorul decide să îi intre în joc. „Oh, chiar așa?" o întreabă el. „Ei bine, atunci spuneți-mi vă rog pe ce stă cu picioarele broasca?" Doamna are un răspuns pregătit: „Oh, stă în picioare pe o altă broască." Profesorul întreabă: „Și pe ce stă a doua broască?" Fără ezitare, spune ea, „Pe o altă broască țestoasă." Profesorul, rămânând în continuare în joc, repetă întrebarea. Pe chipul femeii se zugrăvește o expresie de nerăbdare. Ridică mâna, oprindu-l în mijlocul frazei. „Nu te mai chinui, fiule", spune ea. „Broaște țestoase sunt de sus până jos."

– Rolf Landauer

Așa cum am menționat în Capitolul 6, „Construirea creierelor noi", înțelegerea inteligenței se cam aseamănă curățatului unei cepe – penetrarea fiecărui strat nu face decât să dezvăluie o altă ceapă. La sfârșitul procesului, ne alegem cu o mulțime de coji de ceapă, însă fără nicio ceapă. Cu alte cuvinte, inteligența – în special inteligența umană – operează pe mai multe niveluri. Putem penetra și înțelege fiecare nivel, dar procesul integral impune ca toate nivelurile să lucreze împreună, exact așa cum trebuie.

În continuare, voi prezenta aici câteva perspective suplimentare cu privire la cele trei paradigme discutate în Capitolul 4, „O nouă formă de inteligență pe Pământ" Fiecare dintre aceste metode poate oferi soluții „inteligente" problemelor atent definite. Dar, pentru a crea sisteme care să poată răspunde flexibil în mediile complexe în care se găsesc de cele mai multe ori entitățile inteligente, aceste abordări trebuie combinate în moduri adecvate. Acest lucru este valabil mai ales atunci când se interacționează cu fenomene care încorporează mai multe niveluri de înțelegere. De exemplu, dacă am construi o unică, imensă rețea neuronală și am încerca să o învățăm să înțeleagă toate complexitățile vorbirii și limbajului, rezultatele ar fi, în cel mai bun caz, limitate. Rezultate mai încurajatoare se obțin dacă descompunem problema într-un mod care să corespundă nivelurilor multiple de semnificație pe care le găsim în această formă unic omenească de comunicare.

Creierul uman este organizat în acelaşi mod: ca un ansamblu complex de regiuni specializate. Şi, pe măsură ce învăţăm algoritmii paraleli ai creierului, obţinem mijloace de a extinde foarte mult aceste regiuni. Ca singur exemplu, regiunea creierului răspunzătoare de gândirea logică şi recurentă – cortexul cerebral – are numai 8 milioane de neuroni.[1] Deja construim reţele neuronale de mii de ori mai mari, care operează de milioane de ori mai rapid. Problema-cheie în proiectarea maşinilor inteligente (până când ne vor lua corvoada de pe umeri) o va reprezenta proiectarea unor arhitecturi inteligente care să combine metodele relativ simple care reprezintă elementele constitutive ale inteligenţei.

Formula recurentă

Iată o formulă într-adevăr foarte simplă pentru crearea unor soluţii inteligente la problemele dificile. Ascultaţi cu atenţie sau s-ar putea să vă scape.

Formula recursivă este:

La pasul următor, fă-l pe cel mai bun. Dacă am terminat, am terminat.

Ar putea părea prea simplu şi recunosc că, la prima vedere, nu are cine ştie ce conţinut. Dar puterea ei este surprinzătoare.

Să analizăm exemplul clasic al unei probleme care poate fi rezolvată de formula recurentă: jocul de şah. Şahul este considerat un joc inteligent – sau a fost, cel puţin până de curând. Majoritatea observatorilor sunt în continuare de părere că este nevoie de inteligenţă pentru a juca bine şah. Deci cum se va descurca formula noastră recurentă în acest domeniu?

Şahul e un joc care se joacă făcând mutare după mutare. Scopul este să se opereze mutări „bune" Aşadar, hai să definim un program care să facă mutări bune. Prin aplicarea formulei recurente la şah, reformulăm după cum urmează: ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ. *Alege mutarea cea mai bună. Dacă am câştigat, am terminat.*

Stai puţin şi-ai să vezi; acest lucru va deveni logic imediat. Trebuie să iau în calcul încă un aspect al şahului, care este acela că nu joc de unul singur. Am un adversar. O ea. Şi ea face mutări. Hai să-i acord prezumţia de nevinovăţie şi să presupun că face mutări bune. Dacă acest lucru se dovedeşte eronat, el va reprezenta o oportunitate, nu o problemă. Prin urmare, acum avem:

ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ. *Alege cea mai bună mutare a mea, presupunând că adversarul meu va face una la fel de bună. Dacă am câştigat, am terminat.*

În acest moment, trebuie să luăm în considerare natura recurenţei. O regulă recurentă este o regulă definită prin ea însăşi. O regulă recurentă este circulară, dar, pentru a fi utilă, nu trebuie să ne tot mişcăm în cerc la nesfârşit. Avem nevoie de o supapă de evacuare.

Ca să ilustrăm recurenţa, să luăm un exemplu: funcţia „factorială" simplă. Pentru a calcula *n* factorial, se înmulţeşte *n* cu (n – 1) factorial. Aceasta este partea circulară – am definit această funcţie prin ea însăşi. Trebuie să specificăm, de asemenea, că 1 factorial înseamnă 1 = 1. Aceasta este supapa noastră de evacuare.

Ca exemplu, să calculăm 2 factorial. Conform definiţiei noastre,

2 factorial este 2 = 2 înmulţit cu 1 factorial.

Ştim direct cât este 1 factorial, deci iată şi evadarea noastră din recurenţa infinită. Introducând 1 factorial = 1, putem acum să scriem:

2 factorial = 2 înmulţit cu 1 = 2

Revenind la jocul de şah, putem vedea că funcţia ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ este recurentă, din moment ce ne-am definit cea mai bună mutare prin ea însăşi. Partea înşelător de inofensivă *„Dacă am câştigat, am terminat"* a strategiei noastre este supapa noastră de evacuare.

Hai să introducem ce ştim despre şah. Aici luăm în considerare cu cea mai mare atenţie definirea problemei. Ne dăm seama că, pentru a alege cea mai bună mutare, trebuie să începem prin enumerarea mutărilor posibile. Acest lucru nu e foarte complicat. Mutările admisibile din orice moment al jocului sunt definite de reguli. Deşi mai complicate decât în cazul altor jocuri, regulile şahului sunt simple şi uşor de programat. Aşa că enumerăm mutările şi o alegem pe cea mai bună.

Dar care este cea mai bună mutare? În cazul în care mutarea se soldează cu victorie, este foarte bună. Deci iarăşi nu facem decât să consultăm regulile şi să alegem una dintre mutările care dau imediat şah-mat. Poate că nu suntem atât de norocoşi şi că niciuna dintre mutările posibile nu ne asigură o victorie imediată. În continuare trebuie să ne gândim dacă mutarea îmi permite ori nu să câştig sau să pierd. În acest punct, trebuie să luăm în considerare o completare subtilă la regula noastră, „presupunând că adversarul meu vrea să facă acelaşi lucru". La urma urmelor, faptul că voi câştiga sau voi pierde este determinat şi de ceea ce-ar putea să facă adversarul meu. Trebuie să mă pun în pielea adversarului şi să aleg mutarea lui cea mai bună. Cum pot face asta? Aici intervine forţa recurenţei. Avem un program, numit ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ, care exact asta face. Deci recurgem la el pentru a stabili care este cea mai bună mutare a adversarului meu.

Programul nostru e structurat acum după cum urmează. ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ generează o listă cu toate mişcările posibile permise de reguli. Examinează pe rând fiecare mutare posibilă. Pentru fiece mutare, generează o tablă ipotetică, reprezentând plasarea pieselor în cazul în care ar fi aleasă mutarea respectivă. Din nou, acest lucru necesită doar aplicarea definirii problemei, aşa cum devine posibil potrivit regulilor şahului. Acum, ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ se pune în locul adversarului meu şi în slujba determinării celei mai bune mutări a lui. Pe urmă începe să genereze toate mutările posibile pornind de la acea poziţie de pe tablă.

Astfel, programul continuă să recurgă la el însuşi, extinzând lista posibilelor mutări şi contramutări, într-un arbore de

posibilități aflat într-o continuă creștere. Acest proces este adeseori numit *căutare minimax*, deoarece încercăm alternativ să minimizăm posibilitatea de a câștiga a adversarului și să o maximizăm pe a noastră.

Dar unde sfârșesc toate acestea? Programul continuă să reapeleze la el însuși până când fiecare ramură a arborelui posibilelor mutări și contramutări se termină cu sfârșitul jocului. Fiecare final de joc oferă răspunsurile: victorie, egalitate sau abandon. În punctul cel mai îndepărtat al expansiunii mutărilor și contramutărilor, programul întâlnește mutări care termină jocul. Dacă o mutare se concretizează printr-o victorie, aleg mutarea respectivă. Dacă nu există mutări care aduc victoria, mă mulțumesc cu un rezultat de egalitate. Dacă nu există nicio mutare care să aducă victoria sau egalitatea, continuu să joc în speranța că adversarul meu nu este perfect, cum mă cred eu.

Aceste mișcări finale sunt ramurile terminale – numite frunze – ale arborelui nostru de secvențe de mutare. Acum, în loc să continue să apeleze la ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ, programul începe să revină asupra apelărilor la sine. Pe măsură ce revine la apelările anterioare ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ, determină cea mai bună mutare din fiecare punct (inclusiv cea mai bună mutare pentru adversarul meu) și astfel poate să aleagă, în cele din urmă, mutarea corectă pentru situația actuală de pe tablă.

Așadar, cât de bine poate să joace acest program simplu? Răspunsul este: șahul *perfect*. Eu nu pot pierde, decât în eventualitatea că adversarul meu mută înainte și este de asemenea perfect. Șahul perfect este într-adevăr foarte bun, mult mai bun decât cel jucat de oricare om simplu. Partea mai complicată a funcției ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ – singurul aspect care nu este extrem de simplu – constă în generarea mutărilor permise în fiecare moment. Iar asta este doar o chestiune de codificare a regulilor. În esență, am determinat răspunsul prin definirea atentă a problemei.

Dar nu am terminat. Deși s-ar putea considera că a juca șah la modul perfect este impresionant, acest fapt nu este și suficient. Trebuie să analizăm cât de receptiv e jucătorul la ALEGE

MUTAREA CEA MAI BUNĂ. Dacă presupunem că există, în medie, aproximativ 8 mutări posibile pentru fiecare situaţie de pe tablă şi că un joc obişnuit durează în jur de 30 de mutări, trebuie să luăm în considerare 8^{30} posibile succesiuni de mutări pentru a extinde la maximum arborele tuturor posibilităţilor mutări-contramutări. Dacă presupunem că putem analiza un miliard de poziţii pe secundă (cu mult mai rapid decât orice computer de şah din zilele noastre), ar fi nevoie de 10^{18} secunde sau aproximativ 40 de miliarde de ani pentru alegerea fiecărei mutări.

Din păcate, asta nu înseamnă joc regulamentar. O asemenea abordare a recurenţei este asemănătoare un pic cu evoluţia – ambele se descurcă foarte bine, dar sunt incredibil de lente. Nu e chiar surprinzător, dacă stai să te gândeşti. Evoluţia reprezintă o altă paradigmă foarte simplă şi este, într-adevăr, încă una dintre formulele noastre simple.

În orice caz, înainte să dăm la o parte formula recurentă, hai să încercăm să o modificăm ca să includă răbdarea noastră umană şi, deocamdată, caracterul nostru muritor.

În mod clar trebuie să stabilim limite profunzimii până la care permitem recursivităţii să se producă. Cât de mult permitem să crească copacul mutare-contramutare trebuie să depindă de capacitatea de calcul pe care o avem la dispoziţie. În acest fel, putem folosi formula recurentă pe orice computer, de la un calculator/ceas de mână, la un supercomputer.

Limitarea dimensiunilor acestui copac înseamnă, desigur, că nu putem extinde fiecare ramură până la sfârşitul jocului. Trebuie să oprim arbitrar expansiunea şi să deţinem o metodă de evaluare a „frunzele terminale" ale copacului neterminat. Când am luat în considerare extinderea totală a fiecărei succesiuni de mutări până la sfârşitul jocului, evaluarea a fost simplă: victoria este mai bună decât egalitatea, iar înfrângerea nu este bună deloc. Evaluarea poziţiei de pe tabla de joc în mijlocul partidei este puţin mai complicată. Mai degrabă, e mai controversată, deoarece aici ne întâlnim cu mai multe şcoli de gândire.

Pisica din *Aventurile lui Alice în Ţara Minunilor* care îi spune lui Alice că nu contează prea mult pe unde o ia trebuie să fi fost expertă în algoritmi recurenţi. Orice abordare rezonabilă măcar

pe jumătate merge destul de bine. Dacă, de exemplu, adunăm pur şi simplu valorile pieselor (respectiv 10 regina, 5 tura şi aşa mai departe), obţinem rezultate cât se poate de respectabile. Programarea formulei recurente minimax, folosind metoda de evaluare a frunzelor terminale în funcţie de valoarea pieselor, aşa cum rula pe computerul personal obişnuit din anul 1998, va învinge toată populaţia globului, cu excepţia câtorva mii de oameni.

Asta este ceea ce numesc eu şcoala „simplistă". Această şcoală de gândire spune: utilizaţi o metodă simplă de evaluare a frunzelor terminale şi atribuiţi toată capacitatea de calcul disponibilă extinderii mutărilor şi contramutărilor cât mai profund posibil. O altă abordare este cea a şcolii „complicate", care spune că trebuie să folosim proceduri sofisticate pentru evaluarea „calităţii" situaţiei de pe tablă pentru fiecare poziţie de frunză terminală.

Deep Blue, computerul IBM care a depăşit acest prag istoric, foloseşte o metodă de evaluare a frunzelor care este cu mult mai rafinată decât simpla adunare a valorii pieselor. Cu toate acestea, într-o discuţie pe care am avut-o cu Murray Campbell, şeful echipei Deep Blue, cu numai câteva săptămâni înaintea victoriei istorice din 1997, Campbell a fost de acord că metoda de evaluare a lui Deep Blue era mai degrabă simplă decât complicată.

„Pseudocodul" nematematic al algoritmului recurent

Iată schema de bază a algoritmului recurent. Sunt posibile mai multe variante, iar proiectantul sistemului trebuie să asigure anumiţi parametri şi metode fundamentale, detaliate mai jos.

Algoritmul recurent

Definiţi o funcţie (program), ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ. Funcţia dă o valoare de SUCCES (am rezolvat problema) sau de EŞEC (nu am rezolvat-o). Dacă dă o valoare de SUCCES, atunci dă şi succesiunea de etape selectate care a rezolvat problema. ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ face următoarele:

ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ

- Stabileşte dacă programul poate scăpa de recurenţa continuă în acest punct. Acest *bullet* şi următoarele două se ocupă de această decizie de evacuare. În primul rând, stabilesc dacă problema a fost rezolvată. Din moment ce apelarea instrucţiunii ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ a venit, probabil, chiar din partea programului, care se apela pe sine, este posibil să avem o soluţie satisfăcătoare. Exemplele sunt:
  (i) În cazul unui joc (de pildă, de şah), ultima mutare ne permite să câştigăm (de exemplu, şah-mat).
  (ii) În cazul rezolvării unei teoreme matematice, ultimul pas demonstrează teorema.
  iii) În cazul unui program de artă (de exemplu, poetul sau compozitorul cibernetic), ultimul pas se potriveşte cu scopurile pentru următorul cuvânt sau notă.

În cazul în care problema a fost rezolvată în mod satisfăcător, programul dă o valoare de SUCCES. În acest caz, ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ oferă de asemenea o succesiune de paşi care au condus la succes.

- Dacă problema nu a fost rezolvată, programul determină o soluţie fără speranţă. Exemplele sunt:
  (i) În cazul unui joc (de exemplu, de şah), această mutare ne face să pierdem (de pildă, şah-mat pentru adversar).
  (ii) În cazul rezolvării unei teoreme matematice, acest pas încalcă teorema.
  (iii) În cazul unui program de artă (de exemplu, poetul sau compozitorul cibernetic), acest pas încalcă scopurile pentru următorul cuvânt sau notă.

Dacă în acest punct soluţia a fost considerat fără speranţă, programul dă valoarea EŞEC.

- În cazul în care problema nici nu a fost rezolvată, nici nu a fost considerată fără speranţă în acest punct al expansiunii recurente, programul stabileşte dacă extinderea

recurentă ar trebui sau nu abandonată. Acesta este un aspect-cheie al proiectării şi ia în considerare volumul limitat de timp de computaţie avut la dispoziţie. Exemplele sunt:

(i) În cazul unui joc (de exemplu, de şah), această mutare ne plasează suficient de mult „în avans" sau „în urmă". Este posibil ca realizarea acestei determinări să nu fie simplă şi să reprezinte o decizie principală de proiectare. Totuşi, abordările simple (de pildă, adunarea valorilor pieselor) pot să dea rezultate bune. Dacă programul decide că tabăra noastră se află suficient de mult în faţă, ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ vine şi ea, într-o manieră similară cu decizia că tabăra noastră a câştigat (de exemplu, cu o valoare de SUCCES). Dacă programul stabileşte că tabăra noastră este situată destul de mult în urmă, ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ vine şi ea, într-o manieră similară, cu decizia că tabăra noastră a pierdut (de pildă, cu o valoare de EŞEC).

(ii) În cazul rezolvării unei teoreme matematice, acest pas presupune să se determine dacă succesiunea de paşi analizată nu are şanse să producă un rezultat. Dacă este aşa, atunci această cale ar trebui abandonată, iar ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ ar veni, într-o manieră similară, cu decizia că acest pas încalcă teorema (de exemplu, cu o valoare de EŞEC). Nu există niciun echivalent „moale" al SUCCESULUI. Nu putem veni cu o valoare de SUCCES până nu rezolvăm de fapt problema. Aceasta este natura matematicii.

(iii) În cazul unui program de artă (de exemplu, poetul sau compozitorul cibernetic), acest pas presupune să se stabilească dacă succesiunea de etape (de exemplu, cuvintele dintr-o poezie, notele unui cântec), au puţine şanse să satisfacă scopurile pasului următor. Într-un asemenea caz, această

cale ar trebui abandonată, iar ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ ar veni, într-o manieră similară, cu decizia că acest pas încalcă scopurile următorului pas (de pildă, cu o valoare de EŞEC).

- În cazul în care ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ nu a revenit (pentru că programul nu a determinat nici succesul, nici eşecul şi nici nu a ajuns la hotărârea de a se renunţa la această cale, în acest punct), înseamnă că nu am scăpat din expansiunea recurentă continuă. În acest caz, generăm acum o listă cu toţi următorii paşi posibili în acest punct. Este punctul în care intervine formularea precisă a problemei:
  (i) În cazul unui joc (de exemplu, de şah), acest fapt implică generarea tuturor mutărilor posibile pentru „noi", în situaţia actuală de pe tabla de joc. Asta presupune o codificare foarte clară a regulilor jocului.
  (ii) În cazul găsirii unei dovezi pentru o teoremă matematică, acest fapt implică listarea posibilelor axiome sau teoreme anterior demonstrate, care pot fi aplicate în acest moment în soluţie.
  (iii) În cazul unui program de artă cibernetică, faptul implică enumerarea posibilelor cuvinte/note/fragmente care ar putea fi utilizate în acest moment.

  Pentru fiecare asemenea pas viitor:
  (i) Se creează situaţia ipotetică ce ar exista în caz că ar fi implementat acest pas. În cazul unui joc, asta înseamnă situaţia ipotetică de pe tabla de joc. În cazul unei demonstraţii matematice, asta înseamnă adăugarea acestui pas (de exemplu, axiomă) la demonstraţie. În cazul unui program de artă, asta înseamnă adăugarea acestui cuvânt/notă/fragment.
  (ii) Acum se apelează ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ, pentru examinarea acestei situaţii ipotetice. Desigur, aici intervine recurenţa, deoarece programul se apelează pe el însuşi.

(iii) În cazul în care apelarea de mai înainte la ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ vine cu o valoare de SUCCES, se revine de la apelarea la ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ (în care ne aflăm în prezent), de asemenea cu o valoare de SUCCES. În caz contrar, ia în considerare următorul pas posibil.

Dacă toate măsurile posibile următoare au fost luate în considerare fără a se fi identificat un pas care să ducă la revenirea de la apelarea ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ cu o valoare de SUCCES, se revine de la această apelare ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ (în care ne aflăm acum) cu o valoare de EȘEC.

Sfârșitul pentru ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ

Dacă apelul original pentru ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ vine cu o valoare de SUCCES, atunci se va reveni la succesiunea corectă de pași:

(i) În cazul unui joc, primul pas în această secvență este următoarea mutare pe care ar trebui să o faci.

(ii) În cazul unei demonstrații matematice, întreaga secvență de pași este demonstrația.

(iii) În cazul unui program de artă cibernetică, succesiunea pașilor este opera de artă.

Dacă apelul original la ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ este EȘEC, trebuie să te întorci la planșa de proiectare.

Deciziile-cheie de proiectare

În schema simplă de mai sus, proiectantul algoritmului recurent trebuie să determine de la bun început următoarele:

- Cheia unui algoritm recursiv constă în determinarea de către programul ALEGE MUTAREA CEA MAI BUNĂ a momentului în care să renunțe la extinderea recurentă. Acest lucru este simplu atunci când programul a ajuns la un succes clar (de exemplu, șah-mat la șah, ori soluția necesară a unei probleme de matematică sau

combinatorică) sau la un eşec clar. E mai dificil atunci când nu s-a ajuns încă la o situaţie clară de succes sau eşec. Abandonarea unei direcţii de cercetare înainte de a se obţine un rezultat bine definit este necesară, deoarece, în caz contrar, programul ar putea să ruleze miliarde de ani (sau cel puţin până la expirarea garanţiei computerului).

- Cealaltă cerinţă principală a algoritmului recurent este codificarea simplă a problemei. În cazul unui joc cum ar fi şahul, e uşor. Dar în alte situaţii nu este întotdeauna atât de simplu să se ajungă la o definire clară a problemei.

Căutări recurente fericite!

Jucătorii umani sunt foarte complicaţi. Aceasta pare să fie condiţia umană. Ca urmare, nici cei mai buni jucători de şah nu se arată în măsură să judece la o distanţă mai mare de o sută de mutări, în comparaţie cu cele câteva miliarde în cazul lui Deep Blue. Dar fiecare mutare umană este judecată profund. Cu toate acestea, în 1997, Garry Kasparov, cel mai bun exemplu mondial al şcolii complicate, a fost învins de un calculator simplu. Personal, aparţin unei a treia şcoli de gândire. De fapt, nici nu e cine ştie ce şcoală – şi asta pe bună dreptate. După ştiinţa mea, nimeni nu a încercat această idee. Ea presupune combinarea paradigmelor recursive şi a reţelelor neuronale şi o voi descrie în cursul discuţiei despre reţelele neuronale, care urmează.

Reţele neuronale

La începutul şi la mijlocul anilor 1960, cercetătorii din domeniul Inteligenţei Artificiale s-au îndrăgostit de Perceptron, o maşină construită după modelele matematice ale neuronilor umani. Perceptronii timpurii au înregistrat succese modeste în cazul unor sarcini de recunoaştere a tiparelor, cum ar fi identificarea caracterelor tipărite şi a sunetelor vorbirii. A părut că, pentru ca Perceptronul să devină mai inteligent, tot ceea ce lipsea era să i se adauge mai mulţi neuroni şi mai multe fire.

Apoi a urmat cartea lui Marvin Minsky şi Seymour Papert din anul 1969, intitulată *Perceptroni*, care aparent demonstra că un Perceptron nu ar fi putut rezolva niciodată problema simplă de a determina dacă un desen sau o linie este „legat/ă" (într-un desen legat, toate părţile sunt unite unele cu altele prin linii). Cartea a avut un efect dramatic şi, practic: toate cercetările pe tema perceptronilor au încetat.[2]

La sfârşitul anilor 1970 şi în anii 1980, paradigma construirii unor simulări computerizate ale neuronilor umani, numiţi ulterior reţele neuronale, au început să-şi recapete din popularitate. Un observator a scris în 1988:

> Au fost odată ca niciodată două ştiinţe-fiice care s-au născut din noua ştiinţă a ciberneticii. O soră era naturală, cu caracteristici rezultate din felul în care face lucrurile natura. Cealaltă era artificială, legată de la bun început de utilizarea computerului. Fiecare dintre ştiinţele-surori a încercat să construiască modele de inteligenţă, dar din materiale foarte diferite. Sora naturală a construit modele (numite reţele neuronale) din neuroni purificaţi matematic. Sora ei artificială şi-a construit modelele din programe de calculator.
>
> Ajunse la prima tinereţe, cele două au avut la fel de mult succes şi erau la fel de urmărite de pretendenţi din alte domenii ale cunoaşterii. Se înţelegeau foarte bine. Relaţia lor s-a schimbat la începutul anilor şaizeci, când a apărut un nou monarh, cu cele mai mari cufere văzute vreodată în regatul ştiinţelor: Stăpânul DARPA, Agenţia de Proiecte Avansate de Cercetare a Departamentului de Apărare. Sora artificială a devenit geloasă şi s-a hotărât să păstreze doar pentru ea accesul la fondurile de cercetare ale Stăpânului DARPA. Sora naturală trebuia să fie ucisă.
>
> Doi adepţi hotărâţi ai surorii artificiale, Marvin Minsky şi Seymour Papert, au fost cei care au încercat fapta sângeroasă, ajungând în rolul de vânători trimişi să o ucidă pe Albă-ca-Zăpada şi să-i aducă inima ca dovadă a morţii acesteia. Arma lor nu a fost

pumnalul, ci atotputernica pană, din care a ieşit o carte – *Perceptronii* – care a pretins că poate demonstra că reţelele neuronale n-ar fi putut niciodată să-şi ţină promisiunea de a construi modele ale minţii: numai programele de computer ar fi putut face acest lucru. Victoria părea sigură pentru sora artificială. Şi, într-adevăr, în următorul deceniu, toate recompensele regatului s-au îndreptat către descendenţii ei, din care familia sistemelor expert a ajuns la cea mai mare faimă şi bogăţie.

Dar Albă-ca-Zăpada nu era moartă. Ceea ce Minsky şi Papert au arătat lumii ca dovadă nu a fost inima prinţesei, ci inima unui porc.

Autorul declaraţiei de mai sus a fost Seymour Papert.[3] Aluzia lui sardonică la inimile sângeroase reflectă o neînţelegere pe scară largă a implicaţiilor teoremei pivotale din cartea semnată de el şi de Minsky şi apărută în 1969. Teorema demonstra limitele capacităţilor unui singur strat de neuroni simulaţi. Dacă, pe de altă parte, punem reţelele neuronale pe mai multe niveluri – output-ul unui strat reprezentând input-ul următorului strat –, aria competenţei lor se extinde foarte mult. În plus, dacă vom combina reţelele neuronale cu alte paradigme, vom face progrese şi mai mari. Inima pe care au scos-o Minsky şi Papert îi aparţinea de fapt reţelei neuronale unistrat.

Ironia lui Papert reflectă şi contribuţiile considerabile ale sale şi ale lui Minsky la domeniul reţelelor neuronale. De fapt, Minsky şi-a început cariera cu contribuţii la acest concept în 1950, la Harvard.[4]

Dar destul cu politica. Oare care sunt principalele probleme în proiectarea unei reţele neuronale?

O problemă-cheie o reprezintă topologia reţelei: organizarea conexiunilor interneuronale. O reţea organizată pe mai multe niveluri poate face discriminări mai complexe, dar este mai greu de pregătit.

Pregătirea reţelei este subiectul cel mai critic. Acest lucru necesită o bibliotecă extinsă de exemple ale unor modele pe care reţeaua va trebui să le recunoască, laolaltă cu identificarea

corectă a fiecărui tipar. Rețelei îi este prezentat fiecare model. De obicei, conexiunile care au contribuit la o identificare corectă sunt consolidate (prin creșterea greutății care le este asociată), iar cele care au contribuit la o identificare incorectă sunt slăbite. Această metodă de consolidare și slăbirea a greutății conexiunii se numește retropropagare și este una dintre cele câteva metode folosite. Există controverse cu privire la modul în care se realizează acest proces de învățare în rețelele neuronale ale creierului uman, în condițiile în care acolo nu pare să existe un mecanism care să facă posibilă retropropagarea. O metodă ce pare a fi implementată în creierul uman aceea că simpla excitare a unui neuron crește tăria neurotransmițătorilor de la nivelul sinapselor la care este conectat. De asemenea, neurobiologii au descoperit recent că la primate, și foarte posibil și la oameni, se dezvoltă noi celule cerebrale tot parcursul vieții, inclusiv la maturitate, în contradicție cu dogma anterioară potrivit căreia acest lucru nu ar fi posibil.

Dealuri mari și mici

Un aspect-cheie al algoritmilor adaptativi – rețele neuronale și algoritmi evolutivi – este adesea menționată sub denumirea de optimalitate locală, comparativ cu cea globală: cu alte cuvinte, a urca dealul cel mai apropiat comparativ cu a găsi și escalada dealul cel mai mare. Pe măsură ce rețeaua neuronală va învăța (prin ajustarea tăriei conexiunilor) sau pe măsură ce un algoritm evolutiv se va dezvolta (prin ajustarea codului „genetic" al organismelor simulate), adecvarea soluției se va îmbunătăți, până va fi găsită o soluție „optimă la nivel local". În cazul în care comparăm aceste metode cu escaladarea unui deal, ele sunt foarte bune în ceea ce privește găsirea culmii unui deal din vecinătate, care este cea mai eficientă soluție posibilă într-o zonă locală de soluții posibile. Dar, uneori, aceste metode pot rămâne captive în vârful unui deal mic și nu pot vedea un munte mai înalt dintr-o zonă diferită. În contextul rețelei neuronale, dacă aceasta s-a concentrat pe o soluție optimă la nivel local, pe măsură ce încearcă să ajusteze oricare dintre tăriile conexiunilor, adecvarea devine

şi mai proastă. Dar, la fel cum este posibil ca un alpinist să fie nevoit să coboare de la o cotă mică pentru a urca în cele din urmă la o înălţime mai mare de pe un alt deal, reţeaua neuronală (sau algoritmul evolutiv) poate fi nevoită să facă soluţia temporar mai rea pentru ca în cele din urmă să găsească una mai bună.

O abordare menită să evite o astfel de „falsă" soluţie optimă (dealul mic) este ca metoda adaptativă să fie forţată să facă analiza de mai multe ori, începând de la condiţii iniţiale foarte diferite – cu alte cuvinte forţând-o să urce o mulţime de dealuri, nu doar unul. Însă chiar şi prin această abordare, proiectantul sistemului tot trebuie să se asigure că metoda adaptativă nu a ratat un munte şi mai înalt, dintr-o ţară şi mai îndepărtată.

Laboratorul de şah

Putem căpăta o anumită perspectivă în privinţa comparării gândirii umane cu abordările convenţionale de computerului prin reexaminarea abordărilor şahului de către om şi maşină. Fac acest lucru nu ca să critic jocul de şah, ci, dimpotrivă, pentru că el ilustrează un contrast clar. Raj Reddy, un *guru* al domeniului Inteligenţei Artificiale de la Universitatea Carnegie Mellon, citează studii pe marginea şahului care joacă acelaşi rol în domeniul Inteligenţei Artificiale ca studiile pe *E. coli* în biologie: un laborator ideal pentru cercetarea aspectelor fundamentale.[5] Computerele îşi folosesc viteza extremă pentru analizarea combinaţiilor vaste create de explozia combinatorie de mutări şi contramutări. Pe lângă faptul că programele de şah pot utiliza alte câteva trucuri (cum ar fi stocarea deschiderilor tuturor maeştrilor de şah din acest secol şi precomputarea finalurilor de jocuri), ele se bazează în esenţă şi pe combinaţia dintre viteză şi precizie. Prin comparaţie, oamenii, chiar şi maeştrii de şah, sunt extrem de lenţi şi de imprecişi. Aşa că precomputăm toate mutările la şah. De aceea este nevoie de atât de mult timp pentru a deveni maestru la şah sau maestru în orice alt domeniu. Garry Kasparov şi-a petrecut mare parte din cele câteva decenii trăite pe planetă studiind şi experimentând mutări de şah. Cercetătorii au estimat

că maeştrii unui domeniu nontrivial au memorat în jur de cincizeci de mii de astfel de „bucăţi" de cunoştinţe.

Când joacă, şi Kasparov generează în minte un arbore de mutări şi contramutări, dar limitele de viteză şi mentale ale omului şi memoria sa pe termen scurt îi limitează arborele mental (pentru fiecare mutare realizată practic) la nu mai mult de câteva sute de poziţii pe tabla de şah, cel mult. Şi asta în comparaţie cu miliardele de poziţii de pe tablă ale adversarului său electronic. Prin urmare, maestrul uman de şah este obligat să îşi cureţe drastic arborele mental, eliminând ramurile neroditoare prin utilizarea facultăţilor sale puternice de recunoaştere a tiparelor. El compară fiecare poziţie de pe tabla de joc – real şi imaginară – cu această bază de date de zeci de mii de situaţii analizate anterior.

După înfrângerea lui Kasparov în 1997, am citit foarte multe despre faptul că Deep Blue nu a făcut decât să ruleze numere foarte mari, fără să „gândească" într-adevăr, aşa cum a procedat rivalul lui uman. S-ar putea spune că în realitate lucrurile au stat exact pe dos, adică Deep Blue a gândit de fapt, prin implicaţiile fiecărei mutări şi contramutări, în timp ce Garry Kasparov nu a avut timp să gândească prea mult în timpul turneului. În cea mai mare măsură, n-a făcut decât să se inspire din baza sa mentală de date referitoare la situaţii prin care a trecut de-a lungul anilor. (Desigur, asta depinde de conceptul de gândire din mintea fiecăruia, după cum am arătat în Capitolul 3.) Dar dacă abordarea umană a jocului de şah – recunoaşterea tiparelor bazată pe reţelele neuronale folosite pentru identificarea situaţiilor dintr-o bibliotecă de situaţii analizate anterior – trebuie considerată ca reprezentând gândirea adevărată, atunci de ce nu ne programăm maşinile să lucreze în acelaşi mod?

A treia cale

Şi aceasta este ideea mea, la care am făcut aluzie mai devreme ca fiind a treia şcoală de gândire în evaluarea frunzelor terminale ale căutării recurente. Aminteşte-ţi că şcoala simplistă foloseşte o abordare cum ar fi adunarea valorii pieselor pentru a

evalua o anumită poziţie de pe tabla de joc. Şcoala complicată pledează pentru o analiză logică, mai complexă şi mai cronofagă. Eu pledez pentru un al treilea mod: combinarea a două paradigme simple – reţeaua recurentă şi cea neuronală – prin utilizarea reţelei neuronale pentru evaluarea poziţiilor pe tabla de joc pentru fiecare frunză terminală. Pregătirea unei reţele neuronale este cronofagă şi necesită o mare capacitate de calcul, dar realizarea unei singure operaţii de recunoaştere pe o reţea neuronală care şi-a învăţat deja lecţiile este foarte rapidă, comparabilă fiind cu o evaluare simplistă. Deşi rapidă, reţeaua neuronală se inspiră din volumul foarte mare de timp petrecut anterior cu învăţarea materialului. Din moment ce avem toţi marii maeştri de şah online, putem folosi această cantitate masivă de date pentru a instrui reţelele neuronale. Această instruire se face o dată şi *offline* (respectiv nu în timpul unui joc real). Reţeaua neuronală instruită poate fi folosită pe urmă pentru evaluarea poziţiilor de pe tabla de joc de la fiecare frunză terminală. Un astfel de sistem ar combina avantajul unei viteze de un milion de ori mai mare a computerelor cu abilitatea mai umană de recunoaştere a tiparelor acumulată pe parcursul unei experienţe de o viaţă întreagă.

I-am propus această abordare lui Murray Campbell, şeful echipei care l-a creat pe Deep Blue, iar el a considerat-o interesantă şi atrăgătoare. Oricum, obosise, a recunoscut el, să regleze manual algoritmul de evaluare a frunzelor. Am discutat despre crearea unei echipe de consultanţă care să implementeze ideea, dar apoi IBM a anulat întregul proiect şahistic. Eu cred cu toată convingerea că una dintre cheile imitării diversităţii inteligenţei umane este combinarea optimă a paradigmelor fundamentale. Vom discuta în cele ce urmează despre cum se poate combina paradigma algoritmilor evolutivi.

„Pseudocodul" nematematic pentru algoritmul reţelei neuronale

Iată schema de bază pentru un algoritm de reţea neuronală. Sunt posibile mai multe variante, iar proiectantul

sistemului trebuie să asigure anumiți parametri și metode esențiale, detaliate mai jos.

Algoritmul rețelei neuronale

Crearea unei soluții de rețea neuronală pentru o problemă presupune următorii pași:

- Definirea input-ului.
- Definirea topologiei rețelei neuronale (de exemplu, straturile de neuroni și conexiunile dintre neuroni).
- Instruirea rețelei neuronale pe exemple ale problemei.
- Rularea rețelei neuronale instruite pentru rezolvarea unor noi exemple ale problemei.
- Se duce rețeaua neuronală la o companie publică.

Acești pași (cu excepția ultimului), sunt detaliați mai jos:

Input-ul problemei

Input-ul problemei în rețeaua neuronală constă într-o serie de numere. Acest input poate fi:

- într-un sistem de recunoaștere vizuală a tiparelor: o serie bidimensională de numere care reprezintă pixelii unei imagini sau
- într-un sistem de recunoaștere auditivă (de exemplu, a vorbirii): o serie bidimensională de numere reprezentând un sunet, în care prima dimensiune reprezintă parametrii sunetului (de exemplu, componentele de frecvență), iar a doua dimensiune reprezintă puncte diferite în timp sau
- într-un sistem arbitrar de recunoaștere: o serie N-dimensională de numere care reprezintă tiparul de input.

Definirea topologiei

Pentru configurarea rețelei neuronale:

Arhitectura fiecărui neuron constă în:

- Input-uri multiple, în care fiecare este „conectat" fie la output-ul altui neuron, fie la unul dintre numerele de input.

- În general, un singur output, care este conectat fie la input-ul altui neuron (care se află, de obicei, într-un strat superior) fie la output-ul final.

Se configurează primul strat de neuroni:

- Se creează N neuroni în primul strat. Pentru fiecare din aceşti neuroni, se „conectează" fiecare input al neuronului la „puncte" (respectiv, numere) din input-ul problemei. Aceste conexiuni pot fi determinate aleatoriu sau folosindu-se un algoritm evolutiv (vezi în continuare).
- Se alocă o „tărie sinaptică" fiecărei conexiuni create. Aceste tării pot fi identice la început, pot fi atribuite aleatoriu sau pot fi determinate într-un alt mod (vezi în continuare).

Se configurează straturile suplimentare de neuroni:

Se configurează un total de M straturi de neuroni. Pentru fiecare strat,se configurează neuronii din stratul respectiv.

Pentru strat:

- Se creează N neuroni pe strat. Pentru fiecare dintre aceşti neuroni, se „conectează" fiecare dintre multiplele input-uri la output-ul neuronilor de pe strat (vezi variantele care urmează).
- Se alocă o „tărie sinaptică" iniţială fiecărei conexiuni create. Aceste tării pot fi toate la fel la început, pot fi repartizate aleatoriu sau pot fi determinate într-un alt mod (vezi în continuare).
- Output-urile neuronilor de pe strat sunt output-urile reţelei neuronale (vezi variantele care urmează).

Încercările de recunoaştere

Cum funcţionează fiecare neuron.

Din momentul în care neuronul este setat, el face următoarele pentru fiecare încercare de recunoaştere:

- Fiecare intrare a neuronului căreia i s-a acordat o tărie este calculată prin înmulţirea output-ului celuilalt neuron

(sau input-ului inițial) la care este conectat acest neuron cu tăria sinaptică a acelei conexiuni.

- Se însumează toate aceste input-uri întărite ale neuronului.
- Dacă suma este mai mare decât pragul de excitație al acestui neuron, atunci se consideră că el emite excitația, iar output-ul său este 1. În caz contrar, output-ul său este 0 (vezi variantele care urmează).

Efectuați următoarele pentru fiecare încercare de recunoaștere:

Pentru fiecare strat, de la strat la strat:

Și pentru fiecare neuron de pe fiecare strat:

- Însumați input-urile întărite ponderate (fiecare input întărit = output-ul celuilalt neuron [sau input-ul inițial], la care este conectat input-ul acestui neuron, înmulțit cu tăria sinaptică a acestei conexiuni).
- În cazul în care suma de input-uri întărite este mai mare decât pragul de ardere al acestui neuron, se stabilește output-ul neuronului la 1, iar altfel se setează la 0.

Pentru instruirea rețelei neuronale

- Se rulează încercări de recunoaștere repetate pe probleme-mostră.
- După fiecare încercare, se ajustează tăriile sinaptice ale tuturor conexiunilor interneuronale pentru îmbunătățirea performanțelor rețelei neuronale prin această încercare (vezi discuția care urmează privind modul în care se face acest lucru).
- Continuați această instruire până când rata de precizie a rețelei neuronale nu se mai îmbunătățește (de exemplu, atinge o asimptotă).

Deciziile-cheie de proiectare

În schema simplă de mai înainte, proiectantul acestui algoritm de rețea neuronală trebuie să stabilească de la bun început:

- Ce reprezintă numerele de input.
- Numărul de straturi de neuroni.
- Numărul de neuroni de pe fiecare strat (straturile nu trebuie neapărat să aibă acelaşi număr de neuroni).
- Numărul de input-uri pentru fiecare neuron de pe fiecare strat. Numărul de input-uri (de exemplu, conexiunile interneuronale) pot să varieze şi de la neuron la neuron, şi de la strat la strat.
- „Cablarea" propriu-zisă (respectiv conexiunile). Pentru fiecare neuron de pe fiecare strat, aceasta constă într-o listă cu ceilalţi neuroni, ale căror output-uri constituie input-ul acestui neuron. Este un aspect-cheie de proiectare. Există mai multe moduri posibile prin care se poate face acest lucru:
  (i) se cablează reţeaua neuronală aleatoriu sau
  (ii) se utilizează un algoritm evolutiv (vezi următoarea secţiune a acestei anexe) pentru determinarea unei cablări optime sau
  (iii) se utilizează judecata proiectantului sistemului pentru determinarea cablării.
- Tăriile sinaptice iniţiale (respectiv, tăriile) fiecărei conexiuni. Există mai multe modalităţi posibile prin care se poate face acest lucru:
  (i) se stabileşte tăria sinaptică la aceeaşi valoare sau
  (ii) se stabilesc tăriile sinaptice la diferite valori aleatorii sau
  (iii) se utilizează un algoritm evolutiv pentru determinarea unui set de valori iniţiale optime sau
  (iv) se utilizează judecata proiectantului sistemului pentru determinarea valorilor iniţiale.
- Pragul de excitaţie pentru fiecare neuron.
- Determinarea output-ului. Output-ul poate fi:
  (i) output-ul stratului$_M$ de neuroni sau
  (ii) output-ul unui singur neuron de output ale cărui input-uri sunt output-urile neuronilor de pe stratul$_M$;

(iii) o funcție (de exemplu, suma) output-urilor neuronilor de pe stratul $_M$;

(iv) o altă funcție a output-urilor neuronale pe straturi multiple.

- Să vedem cum sunt ajustate tăriile sinaptice ale tuturor conexiunilor în timpul instruirii acestei rețele neuronale. Este o decizie-cheie de proiectare și obiectul unui mare volum de cercetări și discuții în domeniul rețelelor neuronale. Există mai multe mijloace prin care se poate face acest lucru:

(i) La fiecare proces de încercare de recunoaștere, se mărește sau se reduce tăria fiecărei sinapse cu o valoare fixă (în general mică), astfel încât output-ul rețelei neuronale să corespundă cu o mai mare fidelitate răspunsului corect. O modalitate prin care se poate face acest lucru este să se opereze măriri și reduceri pentru a se vedea care dintre ele au rezultatul cel mai dezirabil. Această operație poate fi cronofagă, astfel încât există alte metode de luare a deciziilor la nivel local privitor la mărirea sau reducerea fiecărei tării sinaptice.

(ii) Există și alte metode statistice pentru modificarea tăriei sinaptice după fiecare încercare de recunoaștere, astfel încât, la încercarea respectivă, rețelei neuronale să-i corespundă mai bine răspunsul corect.

A se reține că instruirea rețelei neuronale va da rezultate chiar dacă răspunsurile la încercările de instruire nu sunt toate corecte. Acest fapt permite folosirea unor date de instruire din lumea reală, care pot să aibă o rată inerentă de eroare. O cheie pentru succesul unui sistem de recunoaștere bazat pe o rețea neuronală o reprezintă volumul de date utilizate pentru instruire. De obicei, este necesar un volum cât se poate de substanțial pentru obținerea unor rezultate satisfăcătoare. La fel ca în cazul elevilor umani, volumul de timp pe care îl petrece o rețea neuronală învățându-și lecțiile este un factor-cheie al performanțelor sale.

Variante

Mai multe variante de mai sus sunt fezabile. Unele includ:

- Mai multe moduri diferite de determinare a topologiei, aşa cum am arătat anterior. În special cablarea interneuronală poate fi stabilită fie aleatoriu, fie folosindu-se un algoritm evolutiv.
- Există moduri diferite de stabilire a tăriilor sinaptice iniţiale, aşa cum am arătat anterior.
- Input-urile de la nivelul neuronilor din stratul, nu trebuie neapărat să provină din output-urile neuronilor din stratul$_{i-1}$. Pe de altă parte, input-urile pentru neuronii de pe fiecare strat pot să provină de la orice strat superior sau inferior.
- Există mai multe moduri de a se determina output-ul final, aşa cum am arătat mai înainte.
- Pentru fiecare neuron, metoda descrisă mai sus compară suma input-urilor corespunzătoare ca tărie pentru pragul neuronului respectiv. În cazul în care pragul este depăşit, neuronul se excită şi output-ul este 1. În caz contrar, output-ul este 0. Această excitaţie de tipul „totul sau nimic" se numeşte neliniaritate. Există şi alte funcţii neliniare care pot fi utilizate. În mod curent, se foloseşte o funcţie care merge de la 0 la 1 într-un mod rapid, dar gradat (decât totul sau nimic). De asemenea, output-urile pot fi şi alte numere în afară de 0 şi 1.
- Diferitele metode de adaptare a tăriilor sinaptice în cursul instruirii, descrise pe scurt mai înainte, reprezintă o decizie-cheie de proiectare.
- Schema anterioară descrie o reţea neuronală „sincronă" în care fiecare încercare de recunoaştere se realizează prin calcularea output-ului fiecărui strat, de la stratul$_0$ până la stratul$_M$. În cazul unui sistem cu adevărat paralel, în care fiecare neuron operează independent de ceilalţi, neuronii pot opera asincron (respectiv, independent). În cazul unei abordări asincrone, fiecare neuron îşi

scanează permanent input-urile și emite excitații (respectiv își schimbă output-ul din 0 în 1) de câte ori suma tăriei input-urilor sale îi depășește pragul (sau, pe de altă parte, folosind o altă funcție de output neliniară).

Adaptare fericită!

Algoritmi evolutivi

Dacă biologii au ignorat autoorganizarea, asta nu se datorează faptului că autoordonarea nu ar fi omniprezentă și profundă. Se datorează faptului că noi, biologii, nu am înțeles deocamdată cum să pricepem sistemele guvernate simultan de două surse de ordine. Cu toate acestea, când vezi un fulg de zăpadă, când vezi cum moleculele simple de lipide puse la întâmplare în apă se structurează formând vezicule lipidice goale asemănătoare celulelor, când vezi potențialul de cristalizare a vieții din roiuri de molecule care reacționează între ele, când vezi ordinea extraordinară a rețelelor care leagă zeci de mii de variabile, nu se poate să nu ai un singur gând: dacă va fi să ajungem vreodată la o teorie finală în biologie, cu siguranță va trebui să înțelegem amestecul de autoorganizare și selecție. Va trebui să înțelegem că suntem expresii naturale ale unei ordini mai profunde. Finalmente, vom descoperi în mitul creației noastre că, la urma urmelor, eram de așteptat.

– Stuart Kauffman

Așa cum am arătat mai înainte, un algoritm evolutiv implică un mediu simulat în care „ființe" create de software concurează pentru supraviețuire și pentru dreptul de a se reproduce. Fiecare ființă software reprezintă o posibilă soluție la o problemă codificată în „ADN"-ul său digital.

Creaturile cărora le este permis să supraviețuiască și să se reproducă, dând naștere la generații ulterioare, sunt cele care se

descurcă cel mai bine în privinţa rezolvării problemei. Algoritmii evolutivi sunt consideraţi ca făcând parte dintr-o clasă de metode „emergente", deoarece soluţiile apar treptat şi în general nu pot fi anticipate de către proiectanţii sistemului. Algoritmii evolutivi sunt deosebit de eficienţi atunci când sunt combinaţi cu celelalte paradigme ale noastre. Iată o modalitate unică de combinare a tuturor paradigmelor noastre „inteligente".

Combinând toate cele trei paradigme

Genomul uman conţine aproximativ trei miliarde de perechi de bază, ceea ce înseamnă echivalentul a şase miliarde de biţi de date. Cu puţină compresie a acestor date, codul tău genetic încape pe un singur CD-ROM. Poţi să-ţi stochezi întreaga familie pe un DVD (disc video digital). Dar creierul tău are 100 de mii de miliarde de „fire", care ar necesita aproximativ 3.000 mii de miliarde de biţi pentru a fi stocate. Cum au reuşit doar 12 miliarde de biţi de date din cromozomi (estimările contemporane indicând că numai 3 la sută sunt activi) să dicteze cablarea creierului, care conţine cu aproximativ un sfert de milion de ori mai multă informaţie?

Evident, codul genetic nu precizează cablarea precisă. Am spus mai înainte că putem cabla aleatoriu o reţea neuronală, obţinând rezultate satisfăcătoare. Este adevărat, dar există şi o modalitate mai bună de a face acest lucru şi aceasta este să folosim evoluţia. Nu mă refer la miliardele de ani de evoluţie care au produs creierul uman. Mă refer la lunile de evoluţie care corespund sarcinii şi copilăriei mici. La începutul vieţii noastre, conexiunile interneuronale sunt angajate într-o luptă pentru supravieţuire. Cele mai logice pentru lume supravieţuiesc. În copilăria târzie, aceste conexiuni devin relativ fixe, motiv pentru care e util să expunem bebeluşii şi copiii mici unui mediu stimulativ. În caz contrar, procesul evolutiv iese din haosul lumii reale din care trebuie să se inspire.

Putem face acelaşi şi cu reţelele noastre neuronale sintetice: să utilizăm un algoritm evolutiv pentru determinarea cablării optime. Exact asta face ambiţiosul proiect de construire a unui

creier, aflat în derulare la Laboratorul de Cercetări Avansate în Telecomunicaţii din Kyoto.

Aşadar, iată cum se poate rezolva în mod inteligent o problemă provocatoare, folosind toate cele trei paradigme. În primul rând, se formulează cu grijă problema. De fapt, acesta este pasul cel mai greu. Majoritatea oamenilor încearcă să rezolve probleme fără să se mai obosească să înţeleagă la ce anume se referă de fapt ele. Pe urmă, se analizează contururile logice ale problemei într-un mod recurent, prin căutarea cât mai multor combinaţii de elemente (de exemplu, mutări în cazul unui joc, paşi în sensul găsirii unei soluţii) pe care ţi le permite răbdarea a ta sau a computerului. Pentru frunzele terminale ale acestei expansiuni recurente de posibile soluţii, se face o evaluare cu ajutorul unei reţele neuronale. Pentru determinarea topologiei optime a reţelei neuronale, se foloseşte un algoritm evolutiv. Şi dacă toate acestea nu dau niciun rezultat, înseamnă că într-adevăr te confrunţi cu o problemă dificilă.

„Pseudocodul" pentru algoritmul evolutiv

Iată schema de bază a unui algoritm evolutiv. Sunt posibile mai multe variante, iar proiectantul sistemului trebuie să asigure anumiţi parametri şi anumite metode fundamentale, detaliate în cele ce urmează.

Algoritmul evolutiv

Se creează N fiinţe-soluţii. Fiecare are:

- Un cod genetic – o succesiune de numere care caracterizează o posibilă soluţie a problemei.

Numerele pot reprezenta parametri critici, paşi către o soluţie, reguli etc.

Pentru fiecare generaţie de evoluţie, se parcurg următorii paşi:

- Se parcurg următorii paşi pentru fiecare dintre cele N fiinţe-soluţii:
  (i) Se aplică această soluţie a fiinţei-soluţie (reprezentată de codul genetic al acesteia) la problema sau mediul simulat.

(ii) Se clasifică soluţia.

- Se aleg L fiinţe-soluţii cel mai bine clasate pentru a supravieţui în generaţia următoare.
- Se elimină (N – L) fiinţe-soluţii nesupravieţuitoare.
- Se creează (N – L) noi fiinţe-soluţii din L fiinţe-soluţii supravieţuitoare, prin:
  (i) realizarea de copii ale acelor L fiinţe supravieţuitoare. Se introduc mici variaţii aleatorii în fiecare copie sau
  (ii) crearea de fiinţe-soluţii suplimentare, prin combinarea unor părţi ale codului genetic (folosind reproducerea „sexuală" sau combinându-se porţiuni din cromozomi) de la L fiinţe-soluţii sau
  (iii) realizarea unei combinaţii din (i) şi (ii) de mai înainte.
- Se stabileşte dacă se continuă sau nu evoluţia.

Îmbunătăţirea = (cel mai bine clasată din această generaţie) – (cel mai bine clasată din generaţia anterioară)

Dacă îmbunătăţirea < pragul de îmbunătăţire, atunci am terminat.

- **Fiinţa-soluţie clasificată cel mai bine din ultima generaţie de evoluţie are cea mai bună soluţie. Se aplică problemei soluţia definită de codul genetic.**

Deciziile-cheie de proiectare

În cazul schemei simple de mai înainte, proiectantul acestui algoritm evolutiv trebuie să determine de la început:

- Parametrii-cheie:
  N
  L
  Pragul de îmbunătăţire
- Ce reprezintă numerele din codul genetic şi cum este calculată soluţia din codul genetic.
- O metodă de determinare a acelor N fiinţe-soluţii din prima generaţie. În general, acestea trebuie să fie doar

tentative „rezonabile" de soluții. Dacă soluțiile de primă generație sunt prea îndepărtate de obiective, este posibil ca algoritmul evolutiv să aibă dificultăți în găsirea unei soluții bune. Adeseori merită să se creeze ființe-soluții inițiale în așa fel încât acestea să fie rezonabil de diverse. Acest lucru împiedică procesul evolutiv să găsească numai soluții optime „local".

- Cum sunt clasificate soluțiile.
- Cum se reproduc ființele-soluții care au supraviețuit.

Variante

Sunt fezabile multe variante ale celor de mai înainte. Unele dintre ele sunt:

- Nu trebuie să fie un număr fix de ființe.
- Nu este necesar să existe un număr fix de ființe-soluții supraviețuitoare (respectiv L) din fiecare generație Regula (regulile) de supraviețuire poate permite un număr variabil de supraviețuitori.
- Nu este nevoie să existe un număr fix de noi ființe-soluții, create în fiecare generație (respectiv [N – L]). Regulile de procreare pot fi independente de proporțiile populației. Procrearea pot fi asociată cu supraviețuirea, acest fapt permițând celor mai potrivite ființe-soluții să procreeze cel mai mult.
- Decizia dacă să se continue sau nu evoluția poate fi variată. Ea poate să ia în considerare nu numai creatura-soluție cel mai bine clasificată din generația (generațiile) cea mai recentă. Poate de asemenea să țină cont de o tendință care să cuprindă mai multe generații, nu doar pe ultimele două.

Evoluție plăcută!

GLOSAR

Aaron. Robot computerizat (şi software asociat), conceput de Harold Cohen, care realizează desene şi picturi originale.

Alexander's Solution (Soluţia lui Alexandru). Termen care se referă la tăierea cu sabia a Nodului Gordian de către Alexandru cel Mare. Trimitere la rezolvarea unei probleme insolubile prin mijloace decisive, însă neaşteptată şi indirectă.

Algorithm (Algoritm). Succesiune de reguli şi instrucţiuni care descriu o procedură de rezolvare a unei probleme. Un program de computer exprimă unul sau mai mulţi algoritmi într-o manieră comprehensibilă pentru un computer.

Alu (Alu). Succesiune lipsită de sens a unui număr de 300 de „litere" de nucleotide care apar de 300.000 de ori în genomul uman.

Analogic (Analog). Cantitate în variaţie continuă, spre deosebire de variaţia în paşi discreţi. Cele mai multe fenomene din lumea naturală sunt analogice. Când le măsurăm şi le dăm o valoare numerică, le transformăm din analogice în numerice. Creierul uman foloseşte atât calculul digital, cât şi pe cel analogic.

Analytical Engine (Motorul analitic). Primul computer programabil, creat în anii 1840 de către Charles Babbage şi Ada Lovelace. Motorul analitic avea o memorie cu acces aleatoriu – *random access memory (RAM)* – constând într-o mie de cuvinte de cincizeci de cifre zecimale fiecare, o unitate centrală de procesare, o unitate specială de stocare pentru programe şi o imprimantă. Cu toate că a prevestit computerele moderne, invenţia lui Babbage nu a funcţionat niciodată.

Angel Capital (Capital-înger). Se referă la fondurile disponibile ale reţelelor de investitori bogaţi care investesc în companiile debutante. O sursă-cheie de capital pentru companiile debutante high-tech din Statele Unite.

Artificial Intelligence (Inteligenţă Artificială – IA). Domeniu de cercetare care încearcă să imite inteligenţa umană la maşini. Printre

subdomeniile cuprinse în IA se numără sistemele bazate pe cunoaştere, sistemele expert, recunoaşterea tiparelor, învăţarea automată, înţelegerea limbajului natural, robotica şi altele.

Artificial Life (Viaţă artificială). Organisme simulate, fiecare incluzând un set de reguli de comportament şi de reproducere (un „cod genetic "simulat) şi un mediu simulat. Organismele simulate simulează numeroase generaţii de evoluţie. Termenul poate să se refere la orice tipar autoreproducător.

RAV. *Vezi* Recunoaşterea automată a vorbirii.

Recunoaşterea automată a vorbirii. Program care recunoaşte vorbirea umană. În general, sistemele RAV includ capacitatea de extragere a tiparelor de nivel superior din datele de vorbire.

MGC. *Vezi* Muzică generată cerebral.

Big Bang Theory (Teoria Big Bang-ului) .Celebră teorie privitoare la începuturile Universului: explozia cosmică, de la un unic punct de densitate infinită, care a marcat începutul Universului, în urmă cu miliarde de ani.

Big Crunch (Marea sfărâmare). Teorie potrivit căreia Universul îşi va pierde în cele din urmă impulsul de expansiune, se va contracta şi se va prăbuşi în sine însuşi, într-un eveniment cosmic care va fi opusul Big Bang-ului.

Bioengineering (Bioinginerie). Domeniu de creare a produselor farmaceutice, a extractelor din plante şi a unor noi specii de animale prin modificarea directă a codului genetic. Materia primă, medicamentele şi formele de viaţă modificate genetic, sunt folosite în agricultură, medicină şi în tratamentul bolilor.

Biology (Biologie). Studiul formelor de viaţă. În termeni evolutivi, apariţia tiparelor de materie şi energie care ar putea să supravieţuiască şi să se înmulţească, formând generaţii viitoare.

Bionic Organ (Organ bionic). În 2029, organe artificiale construite prin mijloacele nanoingineriei.

Biowarfare Agency (BWA) (Agenţia de Război Biologic – ARB). În al doilea deceniu al secolului XXI, agenţie guvernamentală care monitorizează şi controlează tehnologia din domeniul bioingineriei aplicată în domeniul armelor.

Bit (Bit). Prescurtare a formulei „binary digit" – unitate binară. Într-un cod binar, una dintre cele două valori posibile, de obicei zero şi unu. În teoria informaţiei, unitatea fundamentală pentru informaţie.

Brain-generated Music (BGM) (Muzică generată cerebral – MGC). Tehnologie destinată domeniului muzical, având ca pionier compania Neurosonics Inc., care creează muzică răspunzând la undele cerebrale ale ascultătorului. Acest sistem de biofeedback pentru undele cerebrale pare să evoce Răspunsul la Relaxare prin stimularea generării de unde alfa la nivel cerebral.

BRUTUS.1 (BRUTUS.1). Program de computer care creează poveşti fictive pe tema trădării; inventat de Selmer Bringsjord, Dave Ferucci şi o echipă de ingineri în *software* de la Institutul Politehnic Rensselaer din New York.

Buckyball (Buckyball). Moleculă de forma unei mingi de fotbal european, formată dintr-un mare număr de atomi de carbon. Datorită configuraţiei lor hexagonale şi pentagonale, moleculele au primit denumirea de „buckyballs", cu referire la conceptele arhitectonice ale lui R. Buckminster Fuller.

Busy Beaver (Busy Beaver)* (Castorul neobosit – *expr.*). Un exemplu de clasă de funcţiuni noncalculabile; problemă insolvabilă în matematică. Fiind o „problemă nerezolvabilă cu maşina Turing", funcţia *busy beaver* nu poate fi calculată de o maşină Turing. Pentru calcularea unui *busy beaver* de N, se creează toate maşinile Turing pentru N-stări care nu scriu un număr infinit de 1 pe benzile lor. Cel mai mare număr de 1 scris de maşina Turing în această configuraţie care înregistrează cele mai mari numere de 1 înseamnă *busy beaver* de N.

BWA (ARB). *Vezi* Agenţia de Război Biologic.

Byte (Byte). Prescurtare a formulei „by eight" – „câte opt" Grup de opt biţi concentraţi la un loc pentru stocarea unei unităţi de informaţie

---

* În teoria calculului, *busy beaver* (din expresia colocvială engl. desemnând o persoană muncitoare) este o maşină Turing care atinge un maximum de „activitate operaţională" (aşa cum este măsurată de numărul de paşi întreprinşi sau de numărul nonliber de simboluri care apar în final pe bandă) din toate maşinile Turing dintr-o anumită clasă. Maşinile Turing din această clasă trebuie să corespundă anumitor specificaţii de concepere şi li se impune ca în cele din urmă să se oprească. Funcţia *busy beaver* cuantifică aceste limite superioare la un anumit tip de „activitate operaţională" şi este o funcţie noncalculabilă. De fapt, se poate arăta că funcţia *busy beaver* creşte asimptotic mai rapid decât orice funcţie calculabilă. Conceptul a fost lansat de Tibor Radó sub forma „busy beaver game", în lucrarea sa din 1962 *Despre funcţiile noncalculabile*. (*n. tr.*)

într-un computer. Byte-ul poate să corespundă, de exemplu, unei litere din alfabet.

CD-ROM (CD-Rom). *Vezi* Compact-disc cu memorie disponibilă numai la citire.

Chaos (Haos). Volumul de dezordine sau comportament imprevizibil dintr-un sistem. În raport cu Legea timpului și a haosului, haosul se referă la cantitatea de evenimente aleatorii și imprevizibile care sunt relevante pentru un proces.

Chaos Theory (Teoria haosului). Studiul tiparelor și comportamentelor emergente în sisteme complexe compuse din mai multe elemente imprevizibile (de exemplu, starea vremii).

Chemistry (Chimie). Compoziția și proprietățile substanțelor formate din molecule.

Chip (Cip). Colecție de circuite asociate care funcționează împreună pentru îndeplinirea unei sarcini sau a unui set de sarcini, situate pe o placă din material semiconductor (de regulă, siliciu).

Closed System (Sistem închis). Entități și forțe între care există interacțiuni și care nu sunt supuse influențelor exterioare (de exemplu, Universul). Un corolar al Legii a doua a termodinamicii spune că, într-un sistem închis, entropia crește.

Cochlear Implant (Implant cohlear). Un implant care realizează analize ale frecvenței undelor sonore similare celor realizate de urechea internă.

Colossus (Colossus). Primul computer electronic, construit de britanici din o mie cinci sute de lămpi electronice, în timpul celui de al Doilea Război Mondial. Colossus și alte nouă mașini similare funcționând în paralel au spart codurile germane din ce în ce mai complexe conținând informații militare și au contribuit la victoria forțelor aliate în al Doilea Război Mondial.

Combinatorial Explosion (Explozie combinatorică). Creșterea rapidă, exponențială, a numărului de moduri posibile de alegere a combinațiilor distincte de elemente dintr-un set, în timp ce numărul de elemente ale setului este în creștere. În cazul unui algoritm, este vorba de creșterea rapidă a numărului de alternative care trebuie explorate concomitent cu derularea căutării unei soluții pentru o problemă.

Common Sense (Bun-simț). Capacitatea de analiză a unei situații pe baza contextului, folosindu-se milioane de piese integrate de cunoștințe

comune. Actualmente, computerele nu au bun-simţ. Pentru a-l cita pe Marvin Minsky: „Poate că Deep Blue e în stare să câştige la şah, dar nu ştie să intre în casă când plouă".

Compact Disc Read-only Memory (CD-ROM) (Compact disc cu memorie disponibilă numai la citire – CD-ROM). Disc citit de laser care conţine până la o jumătate de miliard de biţi de informaţie. „Numai la citire" se referă la faptul că informaţia poate fi doar citită, nu şi ştearsă sau înregistrată pe disc.

Complicated-minded School (Şcoala complicaţionistă). Utilizarea unor proceduri sofisticate pentru evaluarea frunzelor terminale ale unui algoritm recurent.

Computation (Calcul). Proces de calculare a unui rezultat prin utilizarea unui algoritm (respectiv a unui program de computer) şi a datelor asociate. Capacitatea de reamintire şi rezolvare a problemelor.

Computer (Computer). Maşină care implementează un algoritm. Computerul transformă datele potrivit specificaţiilor unui algoritm. Un computer programabil permite schimbarea algoritmului.

Computer Language (Limbaj de computer). Set de reguli şi specificaţii pentru descrierea unui algoritm sau a unui proces pe un computer.

Computing Medium (Mediu de calcul). Circuite de calcul capabile de implementarea unuia sau a mai multor algoritmi. Exemplele cuprind neuronii umani şi cipurile de siliciu.

Connectionism (Conecţionism). Abordare a studierii inteligenţei şi creării de soluţii inteligente la probleme. Conecţionismul se bazează pe stocarea cunoştinţelor de rezolvare a problemelor sub forma unui tipar de conexiuni între un număr foarte mare de unităţi de procesare simple, care operează în paralel.

Consciousness (Conştiinţă). Capacitatea de a avea experienţe subiective. Capacitatea unei fiinţe – animal sau altă entitate – de a avea percepţie de sine şi conştiinţă de sine. Capacitatea de a simţi. O întrebare-cheie în secolul XXI este dacă computerele vot ajunge la conştiinţă (pe care creatorii lor umani sunt consideraţi a o avea).

Continuous Speech Recognition (CSR) (Recunoaşterea vorbirii continue – RVC). Un program de computer care recunoaşte şi înregistrează vorbirea naturală.

Crystalline Computing (Capacitate de calcul cu cristale). Un sistem în care datele sunt stocate într-un cristal sub forma unei holograme,

conceput de profesorul Lambertus Hesselink, de la Universitatea Stanford. Această metodă de stocare tridimensională are nevoie de un milion de atomi pentru fiecare bit și poate să ajungă la o mie de miliarde de biți stocați într-un centimetru cub. Capacitatea de calcul cu cristale se referă și la posibilitatea de creștere a computerelor precum cristalele.

RVC. *Vezi* Recunoașterea vorbirii continue.

Cybernetic Artist (Artist cibernetic). Program de computer capabil să creeze lucrări artistice originale de poezie, arte vizuale sau muzică. Artiștii cibernetici vor deveni din ce în ce mai obișnuiți începând din anul 2009.

Cybernetic Chauffeur (Șofer cibernetic). Automobile care se conduc singure și folosesc senzori speciali amplasați pe drumuri. Se fac experimente cu automobile care se conduc singure de la sfârșitul anilor 1990, implementarea pe autostrăzile majore devenind fezabilă în cursul primului deceniu al secolului XXI.

Cybernetic Poet (Poet cibernetic). Program de computer capabil să compună poezie originală.

Cybernetics (Cibernetică). Termen inventat de Norbert Wiener pentru a descrie știința controlului și comunicațiilor la animale și mașini. Cibernetica se bazează pe ideea că ființele vii inteligente se adaptează la mediu și își îndeplinesc obiectivele în primul rând reacționând la *feedback*-ul mediului în care trăiesc.

Database (Bază de date). Culegere de date concepută în conexiune cu un sistem de recuperare a informațiilor. Un sistem de gestionare a bazei de date – *Database Management System (DBMS)* – care permite monitorizarea, actualizarea și interacțiunea cu baza de date.

Debugging (Depanare – *debugging*). Procesul de descoperire și corectare a erorilor din *hardware*-ul și *software*-ul computerelor. Tema erorilor dintr-un program va deveni din ce în ce mai importantă pe măsură ce computerele vor fi integrate în creierul și fiziologia omului, pe tot parcursul secolului XXI. Primul „bug" a fost, practic, o molie adevărată, descoperită de Grace Murray Hopper, primul programator al computerului Mark I.

Deep Blue (Deep Blue). Programul de computer creat de IBM, care l-a învins pe Garry Kasparov, campionul mondial la șah, în anul 1997.

Destroy-all-copies Movement (Mişcarea distruge toate copiile). În anul 2099, o mişcare în favoarea libertăţii individului de a-şi şterge fişierul minţii şi de a distruge toate copiile de rezervă ale acestui fişier.

Destructive Scan (Scanare distructivă). Procesul de scanare a creierului şi a sistemului neuronal în condiţiile distrugerii lui, în vederea înlocuirii sale cu circuite electronice cu capacitate, viteză şi siguranţă mult mai mari.

Digital (Digital). Care variază în paşi discreţi. Utilizarea combinaţiilor de biţi pentru reprezentarea datelor în domeniul tehnicii de calcul. Opusul este termenul de „analog"

Digital Video Disc (DVD) (Disc video digital – DVD). Sistem cu compact disc de înaltă densitate care foloseşte un laser mai puternic focalizat decât CD-ROM-ul convenţional, cu capacităţi de stocare de până la 9,4 gigabiţi, pe un disc cu două feţe. DVD-ul are o capacitate suficientă pentru a conţine un film de lung metraj.

Direct Neural Pathway (Cale neuronală directă). Comunicare electronică directă cu creierul. În anul 2029, căile neuronale directe, combinate cu tehnologia comunicaţiilor fără fir, vor lega oamenii direct cu reţeaua computerizată mondială (*web*).

Diversity (Diversitate). Varietate de opţiuni în care evoluţia este înfloritoare. O resursă-cheie a unui proces de evoluţie. Cealaltă resursă pentru evoluţie este propria sa ordine în creştere.

DNA (ADN). Acidul dezoxiribonucleic; cărămizile de bază ale tuturor formelor organice de viaţă. În secolul XXI, formele de viaţă inteligente se vor baza pe noile tehnologii de calcul şi pe nanoinginerie.

DNA Computing (Computer ADN). Formă de calcul al cărei pionier a fost Leonard Adleman. În cadrul acesteia se folosesc molecule ADN pentru rezolvarea unor probleme matematice complexe. Computerele ADN permit realizarea concomitentă a mii de miliarde de calcule.

DVD. *Vezi* Disc video digital.

Einstein's Theory of Relativity (Teoria relativităţii a lui Einstein). Se referă la două dintre teoriile lui Einstein. Teoria Specială a Relativităţii a lui Einstein postulează că viteza luminii este cea mai mare viteză cu care se poate transmite informaţia. Teoria Generală a Relativităţii a lui Einstein se ocupă de efectele gravitaţiei asupra geometriei spaţiului. Include formula $E = mc^2$ (energia este egală

cu masa înmulțită cu pătratul vitezei luminii), care reprezintă baza energiei nucleare.

EMI. Vezi Experimente de Inteligență Muzicală.

Encryption (Criptare). Codificarea informației astfel încât numai adresantul intenționat poate să înțeleagă mesajul prin decodificarea lui. PGP (Pretty Good Privacy) este un exemplu de criptare.

Entropy (Entropie). În termodinamică, o măsură a haosului (mișcarea imprevizibilă a particulelor și a energiei nedisponibile dintr-un sistem fizic cu mai multe componente). În alte contexte, termen utilizat pentru a descrie proporțiile aleatoriului și ale dezordinii unui sistem.

Evolution (Evoluție). Proces în care diverse entități (denumite uneori organisme) concurează pentru resursele limitate dintr-un mediu, cu organisme având mai mult succes, fiind capabile să supraviețuiască și să se reproducă (într-o măsură mai mare) în generațiile ulterioare. Pe parcursul multor astfel de generații, organismele ajung să fie mai bine adaptate la supraviețuire. Pe parcursul generațiilor, ordinea conceperii organismelor (adecvarea informației la scop) crește, ținta fiind supraviețuirea. În cadrul unui „algoritm evolutiv" (*vezi* Algoritm evolutiv), scopul poate fi definit ca descoperirea unei soluții pentru o problemă complexă. Evoluția se referă de asemenea la o teorie în care fiecare formă de viață de pe Pământ își are originea într-o formă anterioară.

Evolutionary Algorithm (Algoritm evolutiv). Sisteme de rezolvare computerizată a problemelor care folosesc modele de calcul al mecanismelor evoluției ca elemente-cheie ale proiectului.

Experiments in Musical Intelligence (EMI) (Experimente de inteligență muzicală – EMI). Un program de computer care compune partituri muzicale. Creat de compozitorul David Cope.

Expert System (Sistem expert). Un program de computer bazat pe diverse tehnici de inteligență artificială, care rezolvă probleme utilizând o bază de date de cunoaștere expertă a subiectului respectiv. De asemenea, un sistem care permite unei asemenea baze de date să devină disponibilă pentru utilizatorul nonexpert. Ramură a domeniului inteligenței artificiale.

Exponential Growth (Creștere exponențială). Caracterizată de o creștere în cazul căreia dimensiunea sporește de un anumit număr fix de ori într-un interval de timp.

Exponential Trend (Tendinţă exponenţială). Orice tendinţă care prezintă creştere exponenţială (cum ar fi tendinţa exponenţială de creştere a populaţiei).

Femtoengineering (Femtoinginerie). În 2099, tehnologie de calcul propusă, la scara femto (a mia parte din a mia miliarda parte dintr-un metru). Femtoingineria necesită stăpânirea mecanismelor din interiorul unui quark. Molly discută proiectul femtoingineriei cu autorul, în 2099.

Florence Manifesto Brigade (Brigada Manifestului Florence). În 2029, un grup neoludit care se bazează pe „Manifestul Florence" redactat de Theodore Kaczynski în închisoare. Membrii brigăzii protestează împotriva tehnologiei prin mijloace la început nonviolente.

Fog Swarm Projection (Proiecţie fog swarm). La mijlocul şi spre sfârşitul secolului XXI, o tehnologie care permite proiecţia obiectelor şi a entităţilor fizice prin comportamentul a mii de miliarde de *fogleţi*. Apariţia fizică a lui Molly în faţa autorului în 2099 este creată prin *proiecţie fog-swarm*. *Vezi* Ceaţă utilitară.

Foglet. Robot ipotetic care constă într-un dispozitiv de dimensiunile unei celule umane, cu douăsprezece braţe îndreptate în toate direcţiile. La capătul fiecărui braţ, Foglet are gheare, astfel încât se poate prinde de un alt Foglet, formând structuri mai mari. Aceşti nanoboţi sunt inteligenţi şi îşi pot uni capacităţile de calcul pentru a crea o inteligenţă difuză. *Foglet*-ul este creaţia lui J. Storrs Hall, savant din domeniul computerelor de la Universitatea Rutgers.

Free Will (Libera voinţă). Comportament şi luare a deciziilor dictate de un scop. Din vremea lui Platon, filosofii au explorat paradoxul liberei voinţe, în particular cu aplicaţie la maşini. În cursul următorului secol, o temă-cheie va fi aceea dacă maşinile vor evolua devenind fiinţe conştiente şi dotate cu liberă voinţă. O temă filosofică principală este cum ar fi posibilă libera voinţă dacă evenimentele sunt rezultatul interacţiunii predictibile – sau impredictibile – a particulelor. Considerarea interacţiunilor dintre particule ca fiind impredictibile nu rezolvă paradoxul liberei voinţe, deoarece nu există nimic intenţionat în comportamentul aleatoriu.

General Problem Solver (GPS) (Rezolvitor General de Probleme – RGP). Procedură şi program puse la punct de Allen Newell, J.C. Shaw şi Herbert Simon. RGP îşi atinge obiectivul prin utilizarea

căutării recurente și prin aplicarea regulilor pentru generarea alternativelor fiecărei ramificații a expansiunii recurente a posibilelor succesiuni. RGP utilizează o procedură de măsurare a „distanței" față de scop.

Genetic Algorithm (Algoritm genetic). Model de învățare în cazul mașinilor, care își derivă comportamentul dintr-o metaforă a mecanismelor evoluției în natură. În cadrul programului, se creează o populație de „indivizi" simulați care trece printr-un proces de evoluție într-un mediu competitiv simulat.

Genetic Programming (Programare genetică). Metodă de creare a unui program de computer prin utilizarea algoritmilor genetici sau evolutivi. *Vezi* Algoritm evolutiv; Algoritm genetic.

God Spot (Punctul lui Dumnezeu). Un mic loc geometric de celule nervoase din lobul frontal al creierului care pare să fie activat în cursul experiențelor religioase. Specialiștii în neuroștiință de la Universitatea California au descoperit Punctul lui Dumnezeu în cursul studierii pacienților suferinzi de epilepsie, care au experiențe mistice intense în timpul crizelor.

Gödel's Incompleteness Theorem (Teorema incompletitudinii a lui Gödel). Teoremă postulată de Kurt Gödel, un matematician ceh, care afirmă că, în cadrul unui sistem matematic suficient de puternic pentru a genera numere naturale, există în mod inevitabil propoziții care nu pot fi nici dovedite, nici infirmate.

Gordian Knot (Nodul Gordian). O problemă complexă, practic insolvabilă. Referire la nodul legat de Gordius, care avea să fie dezlegat numai de viitorul conducător al Asiei. Alexandru cel Mare a ocolit dilema dezlegării nodului tăindu-l cu sabia.

RGP. *Vezi* Rezolvitor General de Probleme.

Grandfather Legislation (Legislația bunicului). În jurul anului 2099, legislația care protejează drepturile OSMO (oameni cu substrat majoritar original; MOSH – Mostly Original Substrate Humans) și acceptă originile ființelor din secolul XXI. *Vezi* OSMO.

Haptic Interface (Interfață haptică). În sistemele de realitate virtuală, elementele fizice care îi asigură utilizatorului simțul pipăitului (inclusiv perceperea presiunii și temperaturii).

Haptics (Haptică). Dezvoltarea sistemelor care permit trăirea senzației de atingere în realitatea virtuală. *Vezi* Interfață haptică.

Hologram (Hologramă). Model de interferenţă care foloseşte adeseori mediul fotografic, codificat în raze laser şi citit prin intermediul unor fascicule laser de putere redusă. Acest model de interferenţă poate să reconstruiască o imagine tridimensională. O proprietate importantă a hologramei este aceea că informaţia e distribuită în întreaga hologramă. Taie o hologramă în două şi ambele jumătăţi vor conţine imaginea completă, dar la jumătate din rezoluţie. Zgârierea hologramei nu are niciun efect observabil asupra imaginii. Se consideră că memoria umană este distribuită într-un mod similar.

Holy Grail (Sfântul Graal). Orice obiectiv al unei căutări îndelungate şi dificile. În folclorul medieval, Graalul se referea la farfuria folosită de Iisus la Cina cea de Taină. Sfântul Graal a devenit ulterior obiectul căutării cavalerilor.

Homo Erectus, „Omul drept". *Homo erectus* a apărut în Africa în urmă cu aproximativ 1,6 milioane de ani şi a dezvoltat utilizarea focului, îmbrăcăminţii, limbajului şi a armelor.

Homo habilis, „Omul îndemânatic". Strămoş direct care duce la *Homo erectus* şi în cele din urmă la *Homo sapiens*. *Homo habilis* a trăit cu 1,6 până la 2 milioane de ani în urmă. Hominizii *Homo habilis* erau diferiţi de hominizii anteriori prin dimensiunile mai mari ale creierului, prin dieta formată atât din carne, cât şi din plante şi prin construirea şi utilizarea unor unelte rudimentare.

Homo sapiens. Specie umană care a apărut, probabil, în urmă cu 400.000 de ani. *Homo sapiens* este similar cu primatele avansate sub aspectul moştenirii lor genetice şi se disting prin crearea tehnologiei, inclusiv a artei şi limbajului.

Homo sapiens neanderthal (*neanderthalensis*). O subspecie a lui *Homo sapiens*. Se consideră că *Homo sapiens neanderthalensis* a evoluat din *Homo erectus* în urmă cu aproximativ 100.000 de ani în Europa şi Orientul Mijlociu. Această specie extrem de inteligentă a cultivat o cultură complexă, care a cuprins ritualuri funerare complicate, îngroparea morţilor cu podoabe neanderthaliene, îngrijirea celor bolnavi şi construirea de unelte pentru uz casnic şi protecţie. *Homo sapiens neanderthalensis* a dispărut cu aproximativ 35.000 până la 40.000 de ani în urmă, cât se poate de probabil ca rezultat al unui conflict violent cu *Homo sapiens sapiens* (subspecia oamenilor contemporani).

Homo sapiens sapiens. O altă subspecie a lui *Homo sapiens*, care a apărut în Africa, în urmă cu aproximativ 90.000 de ani. Omul contemporan este descendentul direct al acestei subspecii.

Human Genome Project (Proiectul Genomului Uman). Program internațional de cercetare în scopul colectării unei bănci de date cuprinzând hărți de genom și informații privind secvențele ADN, care vor furniza date detaliate referitoare la structura, organizarea și caracteristicile ADN-ului oamenilor și al altor animale. Proiectul a debutat la mijlocul anilor 1980 și se așteaptă să fie încheiat în jurul anului 2005.

Idiot Savant (Savant idiot). Sistem ori persoană specializată superior într-un domeniu foarte îngust, dar căruia sau căreia îi lipsește contextul sau este limitat/ă în privința sferelor mai largi ale activității inteligente. Termenul este preluat din psihiatrie, unde se referă la o persoană care manifestă excelență într-un singur domeniu, foarte îngust, dar este subdezvoltată în privința bunului-simț, a cunoașterii și competenței. De exemplu, unii savanți umani idioți sunt în stare să înmulțească mintal numere foarte mari sau să memoreze o carte de telefon. Deep Blue este un exemplu de sistem savant idiot.

Image Processing (Procesarea imaginii). Manipularea datelor constituind imagini ori reprezentări pictoriale compuse din pixeli de pe un ecran. Utilizarea unui program de computer pentru îmbogățirea sau modificarea unei imagini.

Improvisor (Improvisor). Program de computer care creează muzică originală, scris de Paul Hodgson, un saxofonist britanic de jazz. *Improvisor* poate să imite stiluri mergând de la Bach la coloșii jazz-ului, Louis Armstrong și Charlie Parker.

Industrial Revolution (Revoluția Industrială). Perioada de la sfârșitul secolelor al XVIII-lea și al XIX-lea marcată de accelerarea progreselor tehnologice, care au permis producția în masă de bunuri și materii prime.

Information (Informație). Succesiune de date semnificativă pentru un proces, cum ar fi codul ADN al unui organism sau biții dintr-un program de computer. Informația e opusa „zgomotului", care este o succesiune aleatorie. Pe de altă parte însă, nici informația și nici zgomotul nu sunt predictibile. Zgomotul este inerent imprevizibil dar nu conține nicio informație. Informația este de asemenea

impredictibilă; respectiv, nu putem deduce informaţia viitoare din informaţia anterioară. Dacă putem anticipa datele viitoare din datele anterioare, atunci datele viitoare încetează să mai fie informaţii.

Information Theory (Teoria informaţiei). Teorie matematică referitoare la diferenţa dintre informaţie şi zgomot, precum şi la capacitatea canalelor de comunicaţii de a transporta informaţii.

Intelligence (Inteligenţă). Abilitatea de a folosi într-un mod optim resurse limitate – inclusiv timpul – pentru atingerea unui set de scopuri (care pot să includă supravieţuirea, comunicarea, rezolvarea problemelor, recunoaşterea tiparelor, manifestarea abilităţilor). Produsele inteligenţei pot să fie deştepte, ingenioase, pline de discernământ sau elegante. R.W. Young defineşte inteligenţa ca fiind „facultatea minţii de a percepe ordinea într-o situaţie considerată anterior de dezordine".

Intelligent Agent (Agent inteligent). Program autonom de computer care îndeplineşte singur o funcţie, cum ar fi căutarea pe web a informaţiilor de interes pentru o persoană, pe baza anumitor criterii.

Intelligent Function (Funcţie inteligentă). Funcţie care necesită tot mai multă inteligenţă de calcul pentru amplificarea demonstraţiei. *Busy beaver* este un exemplu de funcţie inteligentă.

Internet Computation Harvesting Proposal (Propunerea de reunire pe internet a capacităţii de calcul). Propunere de reunire pe internet a resurselor de calcul neutilizate ale computerelor personale, creându-se prin aceasta supercomputere paralele virtuale. În anul 1998, pe internet exista suficientă capacitate de calcul neutilizată pentru a se crea supercomputere cu abilităţi echivalente cu ale creierului uman, cel puţin sub aspectul capacităţii suportului material.

Knee of the Curve (Inflexiunea curbei). Perioada în care natura exponenţială a curbei timpului începe să explodeze. Creşterea exponenţială lâncezeşte fără nicio creştere aparentă o lungă perioadă de timp şi apoi pare să erupă brusc. Acest fenomen se produce acum în privinţa capacităţilor computerului.

Knowledge Engineering (Ingineria cunoaşterii). Arta conceperii şi construirii sistemelor expert. În particular, colectarea cunoaşterii şi a regulilor euristice de la experţii umani din diferite domenii de

specialitate și asamblarea lor într-o bază de cunoaștere sau într-un sistem expert.

Knowledge Principle (Principiul cunoașterii). Principiu care accentuează rolul important jucat de cunoaștere în numeroase forme de activitate inteligentă. Afirmă că un sistem manifestă inteligență, parțial datorită cunoașterii specifice, relevantă pentru sarcina conținută.

Knowledge Representation (Reprezentarea cunoașterii). Un sistem pentru organizarea cunoașterii umane dintr-un domeniu într-o structură de date suficient de flexibilă pentru a permite exprimarea faptelor, regulilor și relațiilor.

Law of Accelerating Returns (Legea accelerării veniturilor). Pe măsura creșterii exponențiale a ordinii, timpul se accelerează exponențial (respectiv, intervalul de timp dintre evenimentele semnificative devine din ce în ce mai scurt pe măsura trecerii timpului).

Law of Increasing Chaos (Legea creșterii haosului). Pe măsura creșterii exponențiale a haosului, timpul încetinește exponențial (respectiv, intervalul dintre evenimentele semnificative devine tot mai lung pe măsura trecerii timpului).

Law of Time and Chaos (Legea timpului și a haosului). În cadrul unui proces, intervalul de timp dintre evenimentele semnificative (respectiv, evenimente care schimbă natura procesului sau afectează în mod semnificativ viitorul procesului) se mărește sau se contractă odată cu volumul de haos.

Laws of Thermodynamics (Legile termodinamicii). Legile termodinamicii guvernează modul și motivul transferului de energie. Prima lege a termodinamicii (postulată de Hermann von Helmholtz, în anul 1847), numită și Legea conservării energiei, afirmă că totalul energiei din Univers este constant. Un proces poate să modifice forma de energie, dar un sistem închis nu pierde energie. Putem să folosim această cunoaștere pentru determinarea cantității de energie dintr-un sistem, cantitatea pierdută sub formă de căldură și eficiența sistemului. A doua lege a termodinamicii (formulată de Rudolf Clausias, în anul 1850), cunoscută și ca Legea creșterii entropiei, afirmă că entropia (dezordinea particulelor) în Univers nu descrește niciodată. Pe măsură ce dezordinea din Univers crește, energia este transformată în structuri mai puțin utilizabile. Astfel, eficiența oricărui proces va fi întotdeauna mai mică de 100 la sută.

A treia lege a termodinamicii (descrisă de Walter Hermann Nernst în anul 1906, bazată pe ideea unei temperaturi de zero absolut şi formulată pentru prima oară de Baron Kelvin, în anul 1848) este cunoscută şi drept Legea lui zero absolut şi spune că orice mişcare moleculară încetează la temperatura denumită zero absolut sau zero grade Kelvin (minus 273°C). Deoarece temperatura este o măsură a mişcării moleculare, apropierea de temperatura de zero absolut e posibilă, însă aceasta nu poate să fie atinsă.

Life (Viaţa). Capacitatea entităţilor (de regulă organisme) de a se reproduce dând naştere la generaţii viitoare. Tiparele de materie şi energie care pot să se perpetueze şi să supravieţuiască.

LISP (List Processing) (LISP – procesarea pe listă). Limbaj interpretativ de computer pus la punct la sfârşitul anilor 1950 la MIT de către John McCarthy şi folosit pentru manipularea şirurilor simbolice de instrucţiuni şi date. Principala structură de date este lista, o succesiune finită şi ordonată de simboluri. Deoarece un program scris în LISP este el însuşi exprimat ca listă de liste, LISP se pretează la recurenţe sofisticate şi la manipularea simbolurilor şi a programelor care se automodifică. A fost larg folosit pentru programarea Inteligenţei Artificiale, cu toate că este mai puţin popular azi decât în anii 1970 şi 1980.

Logical Positivism (Pozitivismul logic). Şcoală de gândire a secolului XX care a fost inspirată de *Tractatus Logico Philosophicus* al lui Ludwig Wittgenstein. Potrivit pozitivismului logic, toate afirmaţiile semnificative pot fi confirmate de observaţie şi experiment sau sunt „analitice" (deductibile din observaţii).

Luddite (ludit). Persoană aparţinătoare unui grup de muncitori englezi de la începutul secolului al XIX-lea care a distrus, în semn de protest, maşini ce făceau economie de muncă manuală. Luddiţii au constituit prima mişcare organizată care s-a opus tehnologiei mecanizate a Revoluţiei Industriale. Astăzi, luddiţii sunt un simbol al opoziţiei faţă de tehnologie.

Magnetic Resonance Imaging (MRI) (Rezonanţă Magnetică Nucleară – RMN). Tehnică de diagnosticare noninvazivă care generează imagini computerizate ale ţesuturilor organismului şi se bazează pe rezonanţa magnetică nucleară a atomilor din organism, produsă prin aplicarea de unde radio. Pacientul este plasat într-un câmp

magnetic de treizeci de mii de ori mai puternic decât câmpul magnetic normal al Pământului. Corpul lui este stimulat cu unde radio și răspunde prin propriile emisii electromagnetice. Acestea sunt detectate și procesate de un computer pentru a genera o hartă tridimensională de înaltă rezoluție a unor particularități interne cum ar fi vasele de sânge.

Massively Parallel Neural Nets (Rețele neuronale masiv paralele). O rețea neuronală construită din multe unități de procesare paralele. În general, un computer separat, specializat, implementează fiecare model de neuron.

Microprocessor (Microprocesor). Circuit integrat construit pe un singur cip conținând întreaga unitate centrală de procesare – *Central Processing Unit* (CPU) – a unui computer.

Millions of Instructions per Second (Milioane de instrucțiuni pe secundă). Metodă de măsurare a vitezei unui computer în termeni numerici de milioane de instrucțiuni executate de acesta într-o secundă. O instrucțiune înseamnă un singur pas dintr-un program de computer, așa cum apare în limbajul de mașină al computerului.

Mind-body Problem (Problema minte-corp). Întrebare filosofică: Cum apare entitatea nonfizică a minții din entitatea fizică a creierului? Cum rezultă sentimentele și alte experiențe din funcționarea creierului fizic? Prin extensie, mașinile care imită procesele cerebrale umane vor avea experiențe subiective? De asemenea, cum poate entitatea nonfizică a minții să exercite controlul asupra realității fizice a corpului?

Mind Trigger (Mecanismul de declanșare mental). Stimularea unei regiuni a creierului care evocă o senzație apărută de obicei (respectiv altminteri) ca urmare a unei experiențe fizice reale sau mentale.

Minimax Procedure or Theorem (Procedură sau teoremă minimax). Tehnică de bază folosită în programele de jocuri. Se realizează un arbore al posibilelor mutări și contramutări (mutări ale oponentului). Ulterior, pe ramurile arborelui se rulează în sens invers o evaluare a „frunzelor" finale ale arborelui, care minimizează posibilitatea de a câștiga a oponentului și mărește posibilitatea programului de a ieși învingător.

MIPS. *Vezi* Milioane de instrucțiuni pe secundă.

Mission Critical System (Sistem cu misiune esenţială). Program care controlează un proces de care oamenii sunt profund dependenţi. Exemple de program cu misiune esenţială sunt sistemele de întreţinere a funcţiilor vitale din spitale, echipamentele chirurgicale automate, sistemele de zbor şi aterizare pe pilot automat şi alte sisteme bazate pe *soft*-uri, care influenţează binele unei persoane sau organizaţii.

Molecular Computer (Computer molecular). Computer bazat pe porţi logice, construit pe principiile mecanicii moleculare (în locul principiilor electronicii) prin aranjări adecvate ale moleculelor. Deoarece fiecare poartă logică (mecanism care poate executa o operaţie logică) are dimensiunile a doar câteva molecule, computerul rezultant poate să fie de dimensiuni microscopice. Limitările computerelor moleculare rezultă numai de pe urma fizicii atomilor. Computerele moleculare pot fi masiv paralele prin operaţii paralele realizate de mii de miliarde de molecule simultan. Computerele moleculare au fost demonstrate folosindu-se molecula ADN.

Moore's Law (Legea lui Moore). Postulată pentru prima oară de fostul preşedinte director general al Intel, Gordon Moore, la mijlocul anilor 1960, Legea lui Moore anticipează că dimensiunile fiecărui tranzistor de pe un cip de circuit integrat se vor reduce cu 50 la sută la fiecare douăzeci şi patru de luni. Rezultatul este creşterea exponenţială în timp a puterii de calcul bazată pe circuite integrate. Legea lui Moore dublează atât numărul de componente de pe un cip, cât şi viteza fiecărei componente. Ambele aspecte dublează puterea de calcul, ceea ce înseamnă practic cvadruplarea acesteia la fiecare douăzeci şi patru de luni.

MOSH. În anul 2099, acronim pentru *Mostly Original Substrate Humans* – Oameni cu Substrat Majoritar Original. În ultima jumătate a secolului XXI, o fiinţă umană folosind în continuare neuroni pe bază de carbon neamelioraţi de implanturi neuronale va fi denumită MOSH. În 2099, Molly se referă la autor ca la un MOSH.

MOSH Art (Artă MOSH). În anul 2099 – arta (creată de obicei de oameni amelioraţi) pe care un MOSH este capabil teoretic să o aprecieze, cu toate că această artă nu este întotdeauna împărtăşită cu un MOSH.

MOSH Music (Muzică MOSH). În anul 2099, artă MOSH sub forma muzicii.

Moshism. În anul 2099, termen arhaic avându-și rădăcina în stilul de viață MOSH, înaintea apariției oamenilor ameliorați prin intermediul implanturilor neuronale și al portării creierului uman pe noi substraturi de calcul. Un exemplu de moshism este cuvântul *lucrări,* care se referă la structuri de cunoaștere reprezentând un volum de lucrări intelectuale.

MRI (RMN). *Vezi* Rezonanță Magnetică Nucleară.

MYCIN (MYCIN). Sistem expert de succes, pus la punct la Universitatea Stanford la mijlocul anilor 1970 și destinat să îi ajute pe medici în prescrierea unui antibiotic adecvat prin determinarea identității exacte a unei infecții a sângelui.

Nanobot (Nanobot). Robot construit cu ajutorul nanotehnologiei. Un nanobot autoreplicator are nevoie de mobilitate, de inteligență și de abilitatea de a-și manipula mediul. Trebuie de asemenea să știe când să-și înceteze autoreplicarea. În anul 2029, nanoboții vor circula în sistemul vascular al corpului uman pentru diagnosticarea îmbolnăvirilor.

Nanobot Swarm (Roi de nanoboți). În ultima jumătate a secolului XXI – roi format din mii de miliarde de nanoboți. Un roi de nanoboți poate să adopte rapid orice formă. Roiul poate să proiecteze imagini vizuale, sunete și vizualizări ale efectelor presiunii asupra oricărui set de obiecte, inclusiv asupra oamenilor. De asemenea, roiurile de nanoboți își pot combina aptitudinile de calcul pentru a imita inteligența oamenilor și a altor entități și procese inteligente. Un roi de nanoboți conferă posibilitatea practică de creare a unor medii virtuale într-un mediu real.

Nanoengineering (Nanoinginerie). Proiectarea și fabricarea produselor și altor obiecte pe baza manipulării atomilor și moleculelor; construirea mașinilor atom cu atom. „Nano" se referă la a milioana parte dintr-un metru, aceasta fiind lungimea a cinci atomi de carbon. *Vezi* Picoinginerie; Femtoinginerie.

Nanopathogen (Nanopatogen). Un nanobot autoreplicator care se replică excesiv, posibil fără limită, producând atât distrugerea materiei organice, cât și a celei anorganice.

Nanopatrol (Nanopatrulă). În anul 2029, un nanobot din fluxul sanguin care controlează organismul în căutare de agenţi biologici patogeni şi de alte procese patologice.

Nanotechnology (Nanotehnologie). Sferă a tehnologiei în care produsele şi alte obiecte sunt create prin manipularea atomilor şi moleculelor. „Nano" se referă la a milioana parte dintr-un metru, ceea ce înseamnă aproximativ lungimea a cinci atomi de carbon.

Nanotubes (Nanotuburi). Molecule alungite de carbon care se aseamănă cu nişte tuburi şi sunt formate din aceleaşi tipare pentagonale de atomi de carbon ca moleculele *buckyball*. Nanotuburile pot îndeplini funcţia electronică a componentelor pe bază de siliciu. Ele sunt extrem de mici, prin aceasta asigurând o densitate foarte ridicată a capacităţii de calcul. Nanotuburile reprezintă o posibilă tehnologie pentru continuarea asigurării creşterii exponenţiale a capacităţii de calcul la încetarea valabilităţii Legii lui Moore a circuitelor integrate, anterior anului 2020. Nanotuburile sunt de asemenea extrem de lungi şi de rezistente la căldură, prin aceasta permiţând crearea unor circuite tridimensionale.

Natural Language (Limbajul natural). Limbajul obişnuit folosit în vorbire sau scriere de către oameni, care utilizează o limbă, cum ar fi engleza (spre deosebire de sintaxa rigidă a limbajului computerelor). Limbajul natural este guvernat de reguli şi convenţii suficient de complexe şi subtile pentru a permite existenţa unor ambiguităţi frecvente de sintaxă şi sens.

Neanderthal (Neanderthal). *Vezi Homo sapiens neanderthal (neanderthalensis).*

Neural Computer (Computer neuronal). Computer cu suportul material optimizat pentru utilizarea paradigmei reţelei neuronale. Computerul neuronal este conceput pentru a simula un număr mare de modele de neuroni umani.

Neural Connection Calculation (Calculul conexiunilor neuronale). La nivelul unei reţele neuronale, concept care se referă la calculul primar de înmulţire a „tăriei" conexiunilor neuronale cu *input*-ul la nivelul conexiunii respective (care este ori un *output* de la nivelul altui neuron, ori un *input* iniţial în sistem) şi apoi la adunarea acestui produs la suma cumulată a unor asemenea produse pentru celelalte conexiuni ale neuronului respectiv. Operaţia este extrem

de repetitivă, astfel încât computerele neuronale sunt optimizate pentru realizarea ei.

Neural Implant (Implant neuronal). Implant cerebral care amplifică abilitatea senzorială a persoanei, memoria sau inteligența. Implanturile neuronale vor deveni omniprezente în secolul XXI.

Neural Network (Rețea neuronală). Simulare computerizată a neuronilor umani. Sistem (implementat în *software* ori *hardware*) destinat să imite structura de calcul a neuronilor din creierul uman.

Neuron (Neuron). Celulă specializată în prelucrarea informațiilor de la nivelul sistemului nervos central. Se estimează un număr de 100 de miliarde de neuroni în creierul uman.

Noise (Zgomot). Succesiune aleatorie de date. Deoarece succesiunea este aleatorie și lipsită de sens, zgomotul nu transportă informație. Opusul informației.

Objective Experience (Experiență obiectivă). Experiența unei entități, așa cum este ea observată de o altă entitate sau de un aparat de măsură.

OCR. *Vezi* Recunoaștere optică a caracterelor.

Operating System (Sistem de operare). Program de computer care gestionează și asigură programelor de aplicații o varietate de servicii, inclusiv facilități de interfață pentru utilizator și gestionarea *input-output* și a dispozitivelor de memorie.

Optical Character Recognition (OCR) (Recunoaștere optică a caracterelor – OCR). Proces prin care o mașină scanează, recunoaște și codifică toate caracterele tipărite (și, posibil, chiar scrisul de mână) în formă digitală.

Optical Computer (Computer optic). Computer care procesează informația codificată în tipare de fascicule luminoase; diferite de computerele convenționale din zilele noastre, în cazul cărora informațiile sunt reprezentate în circuite electronice sau sunt codificate pe suprafețe magnetice. Fiecare flux de fotoni poate să reprezinte o succesiune independentă de date, prin aceasta asigurând o capacitate de calcul paralel extrem de mare.

Optical Imaging (Imagistică optică). Tehnică de imagistică cerebrală similară RMN, dar cu potențialul de a asigura imagini cu o rezoluție mai mare. Imagistica optică se bazează pe interacțiunea dintre activitatea electrică de la nivelul neuronilor și circulația sângelui în capilarele care asigură hrănirea acestor neuroni.

Order (Ordine). Informaţie care corespunde unui scop. Măsura ordinii este dată de cât de bine corespunde informaţia scopului. În evoluţia formelor de viaţă, scopul este supravieţuirea. În cazul unui algoritm evolutiv (program de computer care simulează evoluţia pentru rezolvarea unei probleme), scopul constă în rezolvarea problemei. Un volum mai mare de informaţii sau o complexitate mai mare nu se soldează în mod obligatoriu cu o adecvare mai mare. O soluţie superioară pentru un scop – o ordine mai mare – poate să necesite fie mai multă, fie mai puţină informaţie şi fie mai multă, fie mai puţină complexitate. Pe de altă parte însă, evoluţia a dovedit că tendinţa generală către o mai mare ordine nu se concretizează în mod necesar într-o mai mare complexitate.

Paradigm (Paradigmă). Tipar, model sau abordare generală pentru rezolvarea unei probleme.

Parallel Processing (Procesare paralelă). Se referă la computere care folosesc mai multe procesoare ce operează simultan, spre deosebire de o unică unitate de procesare. (*A se compara cu* Computer serial.)

Pattern Recognition (Recunoaşterea tiparelor). Recunoaşterea tiparelor cu scopul identificării, clasificării sau categorizării *input*-urilor complexe. Exemplele de *input* includ imagini – cum ar fi caracterele şi chipurile tipărite – şi sunete, cum ar fi limbajul vorbit.

Perceptron (Perceptron). La sfârşitul anilor 1960 şi 1970, o maşină construită după modele matematice ale neuronilor umani. Perceptroanele de la începuturi au avut succes în special în cazul sarcinilor de recunoaştere, ca de pildă identificarea literelor tipărite şi a sunetelor vorbirii. Perceptronul a fost precursorul reţelelor neuronale contemporane.

Personal Computer (Computer personal). Termen generic care defineşte computerul destinat unui singur utilizator, folosind un microprocesor şi incluzând suportul material şi programele de calcul necesare pentru ca persoana respectivă să poată lucra autonom.

PGP. *Vezi* Pretty Good Privacy.

Picoengineering (Picoinginerie). Tehnologie la nivelul scării picometrului (o mie de miliardime de metru). Picoingineria va presupune ingineria la nivelul particulelor subatomice.

Picture Portal (Portal de imagini). În anul 2009, afişaj pentru vizualizarea oamenilor şi a altor imagini în timp real. În anii următori,

portalurile vor proiecta imagini tridimensionale în timp real. Fiul lui Molly, Jeremy, folosește un portal de imagini pentru a vedea campusul Universității Stanford.

Pixel (Pixel). Abreviere de la „picture element" – element de imagine. Cel mai mic element al unui ecran de computer care conține informația pentru reprezentarea imaginii respective. Pixelii conțin date care dau strălucirea și posibil culoarea în punctele individuale ale imaginii.

Pretty Good Privacy (PGP) (Intimitate destul de bună). Sistem de codificare (conceput de Phil Zimmerman) distribuit pe internet și larg folosit. PGP folosește o cheie publică posibil de diseminat liber și de utilizat de oricine pentru codificarea unui mesaj și o cheie privată, care este păstrată exclusiv de destinatarul intenționat al mesajelor codificate. Cheia privată este folosită de către destinatar pentru decodificarea mesajelor cifrate folosindu-se cheia publică. Iar convertirea cheii publice în cheie privată necesită descompunerea în factori a unor numere mari. Dacă numărul de biți din cheia publică este suficient de mare, factorii nu pot fi calculați într-un timp rezonabil de lung prin utilizarea mijloacelor convenționale de calcul (și astfel informația codificată rămâne securizată). Tehnologia de calcul cuantică (având un număr suficient de mare de qu-biți) ar distruge acest tip de criptare.

Price-performance (Raportul performanță-preț). Măsură a performanței unui produs la costul per unitate.

Program (Program). Set de instrucțiuni care permit computerului să îndeplinească o sarcină anume. Programele sunt scrise, de obicei, într-un limbaj superior, cum ar fi C sau FORTRAN, care poate fi înțeles de programatorii umani și apoi tradus în limbaj-mașină, cu ajutorul unui program special, numit compilator. Limbajul-mașină este un set special de coduri care controlează în mod direct computerul.

Punch Card (Cartelă perforată). Cartelă dreptunghiulară care înregistrează de obicei până la optzeci de caractere de date în cod binar format ca un tipar de perforații practicate în ea.

Quantum Computing (Tehnologia cuantică de calcul). Metodă de calcul revoluționară bazată pe fizica cuantică și beneficiind de capacitatea particulelor, de pildă a electronilor, de a exista concomitent în mai multe stări. *Vezi* Qu-bit.

Quantum Decoherence (Decoerenţă cuantică). Proces în care starea cuantică ambiguă a unei particule (cum ar fi spinul nuclear al unui electron reprezentând un qu-bit dintr-un computer cuantic) este decisă într-o stare neambiguă, ca rezultat al observării directe sau indirecte de către un observator conştient.

Quantum Encryption (Codificare cuantică). Posibilă formă de criptare cu ajutorul fasciculelor de particule cuantice întreţesute, de exemplu de protoni. *Vezi* Întreţesere cuantică*.

Quantum Entanglement (Entanglare cuantică*). Relaţie între două particule separate fizic în condiţii speciale. Doi fotoni pot fi „entanglaţi cuantic" dacă sunt produşi de aceeaşi interacţiune de particule şi apar în direcţii opuse. Cei doi fotoni rămân entanglaţi cuantic unul cu celălalt chiar şi când sunt separaţi de distanţe foarte mari (chiar şi de ani-lumină). Într-o asemenea circumstanţă, cei doi fotoni entanglaţi cuantic, dacă sunt forţaţi să ia o decizie şi să aleagă între două căi egal probabile, vor lua decizii identice şi vor face acest lucru în aceeaşi fracţiune de timp. De vreme ce nu există nicio comunicare posibilă între doi fotoni entanglaţi cuantic, fizica clasică ar anticipa că deciziile lor sunt independente. Dar doi fotoni entanglaţi cuantic iau aceeaşi decizie şi fac asta în aceeaşi fracţiune de timp. Experimentele au demonstrat că, şi dacă ar exista o cale de comunicare necunoscută între ei, nu ar fi suficient timp pentru ca un mesaj să ajungă de la un foton la celălalt cu viteza luminii.

Quantum Mechanics (Mecanică cuantică). Teorie care descrie interacţiunile particulelor subatomice, combinând mai multe descoperiri elementare. Acestea includ observaţia din anul 1900 a lui

---

* Termenul *quantum entanglement* este dificil de tradus în limba română, descriind un fenomen fizic complex. În literatura de specialitate se foloseşte întreţesere, încurcătură, inseparabilitate, corelare, întrepătrundere, cuplare, legare, dar toate aceste cuvinte nu au un sens precis în domeniu. De exemplu, termenul „întrepătrundere" nu are sensul dorit şi este folosit mai des în sensul direct. Termenul „inseparabilitate" este utilizat tot în sensul său direct. Deşi „corelare" este folosit des în sensul *entanglement*, termenul de „corelare" este mai cerut în sensul său direct. Ca urmare, propunerea de a se traduce „entanglement" prin entanglare este acceptată de tot mai mulţi fizicieni. Deşi necesită adoptarea în limba română a unui cuvânt nou, termenul *entanglare* este înţeles de toţi fizicienii şi simplifică traducerile, permiţând şi construcţii ca de exemplu „particule entanglate", „fotoni entanglaţi" etc.

Max Planck că energia este absorbită sau radiată în cantități discrete, denumite cuante. De asemenea, principiul de incertitudine al lui Werner Heisenberg, formulat în anul 1921, afirmă că nu putem cunoaşte atât poziţia, cât şi impulsul unui electron sau ale altor particule în acelaşi timp. Interpretările teoriei cuantice presupun faptul că fotonii adoptă simultan toate căile posibile (de exemplu, când se reflectă dintr-o oglindă). Anumite căi se anulează unele pe altele. Ambiguitatea remanentă referitoare la calea urmată practic este hotărâtă pe baza observaţiei conştiente a unui observator.

Qu-bit (Qu-bit). Prescurtare de la „quantum bit", folosită în tehnologia de calcul cuantică, în care există şi zero şi unu în acelaşi timp, până când decoerenţa cuantică (observaţia directă sau indirectă a unui observator conştient) determină fiecare bit cuantic să dezambiguizeze într-o stare de zero sau unu. Un qu-bit stochează două numere posibile (zero şi unu) în acelaşi timp. N qu-biţi stochează 2 la puterea N posibile numere simultan. Astfel, un computer cuantic de N qu-biţi ar încerca 2 la puterea N posibile soluţii simultane la o problemă, fapt ce îi conferă computerului cuantic enorma sa potenţială putere.

RAM (RAM). *Vezi Random Access Memory* – memorie de acces aleatoriu.

Random Access Memory (RAM). Termen consacrat: memorie care poate fi atât citită, cât şi scrisă, cu acces aleatoriu la locaţiile memoriei. Accesul aleatoriu înseamnă că locaţiile pot fi accesate în orice ordine şi nu trebuie să fie accesate secvenţial. RAM poate fi înţeles ca memoria de lucru a unui computer în care pot fi încărcate şi rulate aplicaţiile şi programele.

Ray Kurzweil's Cybernetic Poet (Poetul Cibernetic al lui Ray Kurzweil). Program de computer conceput de Ray Kurzweil, care foloseşte o abordare recurentă pentru a crea poezie. Poetul cibernetic analizează tiparele de succesiune a cuvintelor din poeziile pe care le-a „citit", folosind modele Markov (verişoare matematice ale reţelelor neuronale), şi creează noi poezii pe baza acestor tipare.

Read-only Memory (ROM) (Memorie doar pentru citire). O formă de stocare computerizată care poate fi citită, dar nu şi scrisă sau ştearsă (de exemplu, CD-ROM).

Reading Machine (Maşină de citit). Maşină care scanează textul şi îl citeşte cu voce tare. Concepute iniţial pentru persoanele cu dizabilităţi vizuale, maşinile de citit sunt utilizate actualmente de oricine nu poate citi la nivelul lor intelectual, inclusiv persoanele cu dizabilităţi de citire (de exemplu cu dislexie) şi copiii care abia învaţă să citească.

Recursion (Recurenţă). Procesul de definire sau exprimare a unei funcţii sau proceduri prin ea însăşi. De obicei, fiecare trecere în revistă a unei proceduri de rezolvare prin recurenţă generează o versiune mai simplă (sau, posibil, mai mică) a problemei de la trecerea anterioară în revistă. Acest proces continuă până când se obţine o subproblemă al cărei rezultat este deja cunoscut (sau poate fi calculat cu uşurinţă fără recurenţă). Un număr surprinzător de mare de probleme cu valori literale sau numerice se pretează la formulări recurente. Recurenţa este folosită de obicei de programele de jocuri, cum ar fi Deep Blue.

Recursive Formula (Formulă recurentă). Paradigmă de programare în domeniul computerelor care foloseşte căutarea recurentă pentru găsirea soluţiei la o problemă. Căutarea recurentă se bazează pe o definire precisă a problemei (de exemplu, regulile unui joc cum ar fi şahul).

Relativity (Relativitate). Teorie bazată pe două postulate: (1) că viteza luminii în vid este constantă şi independentă de sursa ei sau de observator; şi (2) că formele matematice ale legilor fizicii sunt invariabile în toate sistemele inerţiale. Implicaţiile Teoriei relativităţii includ echivalenţa masei şi energiei şi a schimbării masei, dimensiunilor şi timpului odată cu creşterea vitezei. *Vezi de asemenea* Teoria relativităţii a lui Einstein.

Relaxation Response (Răspunsul prin relaxare). Mecanism neurologic descoperit de dr. Herbert Benson şi de alţi cercetători de la Facultatea de Medicină a Universităţii Harvard şi de la Spitalul Beth Israel din Boston. Opus răspunsului prin „Luptă sau fugi" sau al celui la stres, răspunsul prin relaxare este asociat cu nivelele reduse ale epinefrinei (adrenalină) şi norepinefrinei (noradrenalină), ale tensiunii arteriale, glicemiei, frecvenţei respiraţiilor şi bătăilor inimii.

Remember York Movement (Mişcarea Remember York). În a doilea deceniu al secolului XXI – grup web de discuţii neoludit. Grupul a

primit acest nume în amintirea procesului din anul 1813 din York, în urma căruia mai mulți ludiți care au distrus mașini industriale au fost spânzurați, închiși sau exilați.

Reverse Engineering (Retroinginerie). Examinarea unui produs, program sau proces în vederea înțelegerii și determinării alcătuirii și algoritmilor săi. Scanarea și copierea metodelor semnificative de operare ale creierului uman într-un computer neuronal cu o capacitate suficient de mare este un viitor exemplu de retroinginerie.

PCRK. *Vezi* Poetul Cibernetic al lui Ray Kurzweil.

Robinson (Robinson). Primul computer operațional din lume, construit din relee telefonice și botezat după un celebru autor de benzi desenate care a creat mașinile Rube Goldberg (mașini foarte complicate, cu multe mecanisme în interacțiune). În cursul celui de-al Doilea Război Mondial, Robinson le-a asigurat britanicilor transcrierea majorității mesajelor naziste codificate, ulterior fiind înlocuit de Colossus. *Vezi* Colossus.

Robot (Robot). Dispozitiv programabil, conectat la un computer și constând în manipulatoare și senzori. Robotul poate să îndeplinească o sarcină fizică realizată de oameni, posibil cu o mai mare viteză, forță și/sau precizie.

Robotics (Robotică). Știința și tehnologia conceperii și producerii roboților. Robotica realizează combinarea inteligenței artificiale cu ingineria mecanică.

ROM. *Vezi* **Memorie doar pentru citire – Read-Only Memory**.

Russell's Paradox (Paradoxul lui Russell). Ambiguitate creată de următoarea întrebare: O mulțime care este definită ca „toate mulțimile care nu se includ pe ele însele" se include pe sine ca element? Acest paradox l-a motivat pe Bertrand Russell să creeze o nouă teorie a mulțimilor.

Search (Căutare). O procedură recurentă prin care un rezolvitor automat de probleme caută o soluție prin explorarea recurentă a succesiunilor de alternative posibile.

Second Industrial Revolution (A doua Revoluție Industrială). Automatizarea sarcinilor mentale și nu a celor fizice.

Second Law of Thermodynamics (A doua lege a termodinamicii). Cunoscută și ca Legea creșterii entropiei, ea afirmă că dezordinea (volumul de mișcare aleatorie) a particulelor din Univers poate să

crească, dar nu descreşte niciodată. Pe măsura creşterii dezordinii din Univers, energia este transformată în forme mai puţin utilizabile. Astfel, eficienţa oricărui proces va fi întotdeauna mai mică de 100 la sută (de unde şi imposibilitatea construirii maşinilor de tipul *perpetuum mobile*).

Self-replication (Autoreplicare). Proces sau dispozitiv capabil de crearea unei copii suplimentare a sa. Nanoboţii sunt autoreplicativi dacă pot să realizeze copii ale lor înşile. Autoreplicarea este considerată un mijloc necesar de fabricare a nanoboţilor, ca urmare a numărului foarte mare (respectiv mii de miliarde) de asemenea dispozitive, necesare pentru îndeplinirea unor funcţii utile.

Semiconductor (Semiconductor). Material bazat de regulă pe siliciu sau germaniu, cu conductivitatea cuprinsă între cea a unui bun conductor şi cea a unui izolator. Semiconductorii sunt folosiţi pentru producerea tranzistorilor. Ei se bazează pe efectul de tunel. *Vezi* Efectul de tunel.

Sensorium (Sensorium). În anul 2019, nume de produs pentru un mediu de realitate virtuală *total-touch*, care oferă un mediu tactil atotcuprinzător.

Serial Computer (Computer serial). Computer care îndeplineşte o singură operaţie la un moment dat. Astfel, două sau mai multe operaţii sunt făcute una după alta, nu simultan (chiar dacă respectivele calcule sunt independente). Opusul computerului serial este computerul cu procesare paralelă.

Silicon Valley (Silicon Valley). Regiune din California, la sud de San Francisco, centru-cheie al inovaţiei în înalta tehnologie, inclusiv în dezvoltarea softurilor, comunicaţiilor, circuitelor integrate şi a tehnologiilor asociate.

Simple-minded School (Şcoala simplistă). Utilizarea procedurilor simple pentru evaluarea frunzelor terminale ale unui algoritm recurent. De exemplu, în contextul unui program de şah, adunarea valorilor pieselor.

Simulated Person (Persoană simulată). Personalitate realistă, animată, încorporând un aspect vizual convingător şi fiind capabilă de comunicare prin folosirea limbajului natural. Până în anul 2019, o persoană simulată poate să interacţioneze cu persoanele reale prin mijloace vizuale, auditive şi tactile, în cadrul unui mediu virtual.

Simulator (Simulator). Program care creează modele și reprezintă o activitate sau un mediu pe un sistem computerizat. Exemplele includ simularea interacțiunilor chimice și a curgerii fluidelor. Alte exemple includ un simulator de zbor folosit pentru pregătirea piloților și un pacient simulat pentru pregătirea medicilor. De asemenea, simulatoarele sunt frecvent folosite și pentru divertisment.

Society of Mind (Societatea minții). Teorie a minții propusă de Marvin Minsky, care susține că inteligența este percepută drept rezultatul organizării adecvate a unui număr mare (a unei societăți) de alte minți care, la rândul lor, sunt compuse din minți mai simple. La baza acestei ierarhii se află mecanisme simple, fiecare dintre ele fiind prin el însuși neinteligent.

Software (Software). Informații și cunoștințe folosite pentru îndeplinirea unor funcții utile de către computere și dispozitive computerizate. Include programele de computer și datele lor, dar la modul mai general cuprinde și cunoștințe cum ar fi cărți, muzică, fotografii, filme și materiale video.

Software-based Evolution (Evoluție bazată pe software). Simularea software a procesului de evoluție. Un exemplu de evoluție bazată pe software este Network Tierra, conceput de Thomas Ray. „Ființele" lui Ray sunt simulări software ale unor organisme în care fiecare „celulă" își are propriul cod genetic, asemănător ADN-ului. Organismele concurează unele cu altele pentru spațiul și resursele de energie simulate și limitate din mediul lor simulat.

Speaker Independence (Independența vorbitorului). Se referă la capacitatea unui sistem de recunoaștere a vorbirii de a înțelege orice vorbitor, indiferent dacă, anterior, sistemul a prelevat sau nu o mostră de vorbire a acestuia.

Stored-program Computer (Computer cu programe stocate). Computer care are programele stocate în memorie, la un loc cu datele pe care urmează să se opereze. O capacitate de stocare a programelor este o facilitate importantă pentru sistemele de inteligență artificială prin faptul că recurența și codurile de automodificare nu sunt posibile în absența acesteia.

Subjective Experience (Experiență subiectivă). Experiența unei entități, așa cum este ea trăită de către acea entitate, spre deosebire

de observaţiile respectivei entităţi (inclusiv asupra proceselor sale interne) sau ale unei alte entităţi ori ale unui aparat de măsură.

Substrate (Substrat). Mediu de calcul sau circuite. *Vezi* Mediu de calcul.

Supercomputer (Supercomputer). Cel mai rapid şi mai puternic computer, disponibil în orice moment. Supercomputerele sunt folosite pentru operaţii care necesită viteze superioare şi posibilităţi sporite de stocare (de exemplu, analiza datelor meteorologice).

Superconductivity (Superconductivitate). Fenomenul fizic de prin care anumite materiale manifestă o rezistenţă electrică zero la temperaturi reduse. Superconductivitatea indică posibilitatea realizării unei puteri foarte mari de calcul cu o minimă disipare de căldură sau fără disiparea căldurii (factor limitator în zilele noastre). Disiparea căldurii este un motiv major pentru care sunt dificil de creat circuite tridimensionale.

Synthesizer (Sintetizator). Dispozitiv care prelucrează semnale în timp real. În domeniul muzical, un dispozitiv (de obicei computerizat) care creează şi generează sunete şi muzică prin mijloace electronice.

Tactile Virtualism (Virtualism tactil). Până în anul 2029, tehnologie care va permite folosirea unui corp virtual pentru trăirea unor experienţe ţinând de realitatea virtuală în absenţa altor echipamente de realitate virtuală cu excepţia implanturilor neuronale (care includ comunicaţii fără fir pe bandă foarte largă). Implanturile neuronale creează tiparul de impulsuri nervoase care corespunde unei experienţe „reale" comparabile.

Technology (Tehnologie). Proces de evoluţie a creării de instrumente pentru modelarea şi controlul mediului. Tehnologia depăşeşte simpla creare şi utilizare a uneltelor. Presupune consemnarea construirii uneltelor şi progresul în privinţa sofisticării acestora. Necesită invenţie şi este prin ea însăşi o continuare a evoluţiei prin alte mijloace. „Codul genetic" al procesului de evoluţie a tehnologiei este baza de cunoştinţe întreţinută de speciile care construiesc unelte.

Three-dimensional Chip (Cip tridimensional). Cip construit pe trei dimensiuni, fapt ce permite crearea a sute şi mii de straturi de circuite. Cipuri tridimensionale sunt actualmente cercetate şi proiectate de o mulţime de companii.

Total Touch Environment (Mediu *total-touch*). În anul 2019, un mediu de realitate virtuală care oferă un mediu tactil total.

Transistor (Tranzistor). Dispozitiv de închidere și/sau amplificare cu ajutorul semiconductorilor, creat în anul 1948 de către John Bardeen, Walter Brattain și William Shockley, de la Laboratoarele Bell.

Translating Telephone (Telefon translator). Telefon care asigură traducerea în timp real a vorbirii, dintr-un limbaj uman în altul.

Tunneling (Efectul de tunel). În mecanica cuantică, termenul se referă la capacitatea electronilor (particule cu sarcina electrică negativă care orbitează în jurul nucleului atomului) de a exista în două locuri în același timp, în speță de ambele părți ale unei bariere. Efectul de tunel le permite unora dintre electroni să treacă practic prin barieră și explică proprietățile de „semi"-conductor ale tranzistorului.

Turing Machine (Mașină Turing). Un model abstract de mașină de calcul, conceput de Alan Turing în lucrarea sa din anul 1936 *On Computable Numbers – Despre numere calculabile*. Mașina Turing este un concept fundamental în teoria tehnologiei de calcul.

Turing Test. Procedură propusă de Alan Turing în anul 1950 pentru a se determina dacă un sistem (în general un computer) a atins o inteligență de nivel uman, bazându-se pe capacitatea acestuia de a determina un interogator uman să creadă că este om. „Judecătorul" uman intervievează sistemul (computerul), iar unul sau mai mulți oameni – „termeni de comparație" umani – aflați pe linii terminale tastează mesaje. Atât computerul, cât și „termenii de comparație" umani încearcă să-l convingă pe judecător de caracterul lor uman. Dacă judecătorul nu poate face distincție între computer și „termenii de comparație umani", se consideră că acel computer a demonstrat o inteligență de nivel uman. Turing nu a specificat prea multe detalii-cheie, cum ar fi durata interogatoriului și gradul de sofisticare a judecătorului și a „termenilor de comparație umani". Până în anul 2029, computerele vor trece acest test, cu toate că validitatea lui rămâne un subiect de controversă și dezbatere filosofică.

Utility Fog (Ceață utilitară). Un spațiu plin cu *fogleți*. La finalul secolului XXI, ceața utilitară poate fi folosită pentru a simula orice mediu, în esență asigurând o realitate „reală" împreună cu proprietățile realității virtuale de a transforma mediul. *Vezi* Proiecție fog swarm; Foglet.

Vacuum Tube (Tub cu vid). Forma cea mai veche de comutator electronic (sau amplificator), bazată pe tuburi vidate. Folosit la radiouri şi la alte echipamente de comunicaţii, precum şi la primele computere; înlocuit de tranzistor.

Venture Capital (Capital de investiţii speculative). Se referă la fondurile disponibile pentru investiţii ale unor organizaţii care au constituit depozite de capital comune, în mod specific pentru investirea în companii, în special în noi companii pe acţiuni.

Virtual Body (Corp virtual). În realitatea virtuală, corpul propriu-zis al unei persoane, transformat aparent pentru a apărea (şi în ultimă instanţă pentru a da senzaţia) diferit de felul cum este în realitatea „reală".

Virtual Reality (Realitate virtuală). Mediu simulat în care poţi plonja. Un mediu de realitate virtuală oferă un înlocuitor convingător pentru sensibilitatea vizuală şi auditivă şi (până în 2019) pentru sensibilitatea tactilă. În ultimele decenii, va fi inclusă şi sensibilitatea olfactivă. Cheia pentru o experienţă vizuală realistă în realitatea virtuală face ca, atunci când mişti capul, cadrul se repoziţionează instantaneu singur, astfel încât priveşti o regiune diferită a unui cadru tridimensional. Intenţia este să se simuleze ceea ce se petrece atunci când îţi mişti capul real în lumea reală: imaginile capturate de retine se schimbă rapid. Cu toate acestea, creierul înţelege că lumea a rămas staţionară şi că imaginea alunecă peste retine pentru simplul motiv că roteşti capul. Până acum, realitatea virtuală (inclusiv sistemele contemporane brute) necesită utilizarea unor căşti speciale pentru asigurarea mediului vizual şi auditiv. Până în anul 2019, ea va fi asigurată de sisteme omniprezente bazate pe lentile de contact şi pe dispozitive implantate pentru imagini retiniene (precum şi pe dispozitive comparabile pentru „imagistică" auditivă). Mai târziu în cursul secolului XXI, realitatea virtuală (care va activa toate simţurile) va fi asigurată prin stimularea directă a căilor nervoase, folosindu-se implanturi neuronale.

Virtual Reality Auditory Lenses (Lentile auditive pentru realitatea virtuală). În anul 2019, dispozitive sonice care proiectează sunete de înaltă rezoluţie vor fi plasate cu precizie în mediul virtual tridimensional. Aceste dispozitive vor fi incluse în ochelari, vor fi purtate ca bijuterii sau vor fi implantate.

Virtual Reality Blocking Display (Afişaj cu blocare pentru realitatea virtuală). În anul 2019, va fi o tehnologie de afişaj care va folosi lentile optice pentru realitatea virtuală (vezi mai jos) şi lentile auditive pentru realitatea virtuală (vezi mai sus), care creează medii vizuale virtuale de un înalt realism. Afişajul blochează mediul real, astfel încât vezi şi auzi numai mediul virtual proiectat.

Virtual Reality Head-directed Display (Afişaj pentru realitatea virtuală direcţionat de cap). În anul 2019, va fi o tehnologie de afişaj care va folosi lentile optice pentru realitatea virtuală (vezi mai jos) şi lentile auditive pentru realitatea virtuală (vezi mai sus), care proiectează un mediu virtual staţionar în raport cu poziţia şi orientarea capului. Când mişti capul, afişajul se deplasează în raport cu mediul real. Acest modva fi folosit adeseori pentru interacţiunea cu documentele virtuale.

Virtual Reality Optical Lenses (Lentile optice pentru realitatea virtuală). În anul 2009 – afişaj tridimensional inclus în ochelari sau în lentile de contact. Aceste afişaje „direct pe ochi" creează medii vizuale virtuale înalt realiste suprapuse peste mediul „real". Această tehnologie de afişaj proiectează imagini direct pe retina umană, depăşeşte rezoluţia vederii umane şi este larg folosită, fără legătură cu dizabilităţile vizuale. În anul 1998, *Microvision Virtual Retina Display* asigură posibilităţi similare pentru piloţii militari, fiind anticipate şi versiuni de larg consum.

Virtual Reality Overlay Display. În anul 2019, tehnologie de afişaj care foloseşte lentilele pentru realitatea virtuală (vezi mai sus) integrând mediile real şi virtual. Imaginile afişate se succed când mişti sau întorci capul, astfel încât oamenii, obiectele şi mediul virtuale par să rămână staţionare în raport cu mediul real (pe care îl mai poţi vedea totuşi). Astfel, dacă afişajul direct pe ochi prezintă imaginea unei persoane (care ar putea să fie o persoană reală, aflată din punct de vedere geografic la distanţă de tine, cu care porţi o discuţie videotelefonică tridimensională, ori un o persoană simulată, generată de computer), acea persoană proiectată va părea că se află într-un anumit loc în raport cu mediul real pe care îl vezi şi tu. Când mişti capul, persoana proiectată va părea că rămâne în acelaşi loc în raport cu mediul real.

Virtual Sex (Sex virtual). Sex în realitatea virtuală încorporând un mediu vizual, auditiv şi tactil. Partenerul de sex poate fi o persoană reală sau simulată.

Virtual Tactile Environment (Mediu tactil virtual). Sistem de realitate virtuală care îi permite utilizatorului să trăiască experienţa unui mediu tactil realist şi atotcuprinzător.

Vision Chip (Cip vizual). Imitaţie din siliciu a retinei umane, care captează algoritmul procesării vizuale a primelor mamifere, algoritm denumit filtrare centrată.

World Wide Web (www). O reţea de comunicaţii extrem de dispersată (nu centralizată) care le permite indivizilor şi organizaţiilor din întreaga lume să comunice între ei/ele. Comunicaţiile includ împărtăşirea de text, imagini, sunet, video, software şi alte forme de informaţii. Paradigma interfeţei de utilizator primar a *web*-ului se bazează pe hipertext, care constă în documente (ce pot să conţină orice tip de date) conectate prin *link*-uri, pe care utilizatorul le selectează prin intermediul unui dispozitiv cum ar fi *mouse*-ul. *Web*-ul este un sistem de servere de date şi mesaje, legate pe link-uri de comunicaţii de mare viteză, care pot fi accesate de orice utilizator de computer cu un *browser web* şi acces la internet. Odată cu lansarea Windows98, accesul la *web* este inclus în sistemul de operare. Până la finalul secolului XXI, *web*-ul va asigura mediul dispersat de capacitate de calcul pentru oamenii pe bază de *software*.

Y2K (Year 2000 Problem – Problema anului 2000). Se referă la dificultăţile anticipate provocate de programele de computer (de regulă puse la punct cu mai multe decenii înainte de anul 2000) la care câmpul pentru dată folosea doar două cifre. Dacă softurile nu ar fi corectate, acest fapt ar determina programele de computer să se comporte straniu atunci când anul devine „00". Aceste programe ar considera în mod greşit anul 2000 ca fiind 1900.

NOTE

Prolog: O inexorabilă emergenţă

1. Amintirile mele legate de episodul din *Zona crepusculară* sunt în esenţă precise, deşi cartoforul este, de fapt, un pungaş pe nume Rocky Valentine. Episodul 28, *A Nice Place to Visit – Un loc frumos de vizitat* (am aflat numele episodului după ce am scris prologul) – a fost transmis în decursul primului sezon din *Zona crepusculară*, pe 15 aprilie 1960.

Episodul începe cu o voce din *out*: „Portretul unui om la muncă, singura muncă pe care a făcut-o vreodată, singura muncă pe care o ştie. Numele lui este Henry Francis Valentine, dar el îşi spune Rocky, pentru că aşa a fost întotdeauna viaţa – pietroasă, periculoasă, anevoioasă şi cu acceleraţia la podea..."

În timp ce jefuieşte o casă de amanet, Valentine este împuşcat şi omorât de un poliţist. Când se trezeşte, este întâmpinat de ghidul său din lumea de dincolo, Pip. Pip îi explică lui Valentine că o să-i satisfacă orice dorinţă. Valentine e suspicios, dar cere şi primeşte un milion de dolari şi o fată frumoasă. Pe urmă o apucă pe panta jocurilor de noroc, câştigând la ruletă, la jack-pot şi mai târziu la biliard. De asemenea, este înconjurat de femei frumoase, care îl scaldă în atenţiile lor.

În cele din urmă, Valentine se plictiseşte de jocurile de noroc, de câştig şi de femei frumoase. Îi spune lui Pip că e plictisitor să câştige tot timpul şi că locul lui nu e în Rai. Îl imploră pe Pip să-l ducă în „cealaltă parte". Cu un licăr răutăcios în ochi, Pip îi replică: „Aici este celălalt loc!" Rezumatul episodului adaptat după Marc Scott Zicree, *Tovarăşul din zona crepusculară* (Toronto: Bantam Books, 1982, 113–115).

2. Care erau principalele subiecte politice şi filosofice ale secolului douăzeci? Unul a fost ideologic – sistemele totalitare de dreapta (fascismul) şi de stânga (comunismul) au fost înfruntate şi în mare parte învinse de capitalism (în ciuda unui mare sector public) şi democraţie. Un altul l-a reprezentat dezvoltarea tehnologiei, care a început să fie

resimţită în secolul al nouăsprezecelea şi a devenit o forţă majoră în secolul al douăzecilea. Însă subiectul privitor la „ceea ce constituie o fiinţă omenească" nu este încă unul de primă mărime (cu excepţia măsurii în care afectează dezbaterea asupra avorturilor), deşi ultimul secol (XX, n.tr.) a fost martorul continuării luptei anterioare de a-i trata pe toţi membrii speciei ca fiind vrednici de anumite drepturi.

3. Pentru un excelent rezumat al detaliilor tehnice asupra recunoaşterii tiparelor de către reţelele neuronale, vezi website-ul „Neural Network Frequently Asked Questions", editat de W.S. Sarle, la adresa <ftp://ftp.sas.com/pub/neural/FAQ.html>. În plus, un articol de Charles Arthur, „Computers Learn to See and Smell Us", din *Independent*, 16 ianuarie 1996, descrie capacitatea reţelelor neuronale de diferenţiere a caracteristicilor unice.

4. După cum discut în Capitolul 6, „Construirea noilor creiere", scanarea distructivă va fi fezabilă la începutul secolului XXI. Scanarea noninvazivă la o rezoluţie şi cu o lăţime de bandă suficiente va dura mai mult, dar va fi fezabilă până la sfârşitul primei jumătăţi a secolului XXI.

Capitolul 1: Legea timpului şi a haosului

1. Pentru un rezumat cuprinzător şi referinţe detaliate asupra teoriei Big Bang-ului şi a originii Universului, vezi „Introduction to Big Bang Theory", Departamentul de Fizică şi Astronomie al Colegiului Bowdoin, la adresa <http://www.bowdoin.edu/dept/physics/astro.1997/astro4/bigbang.ht ml>.

Sursele tipărite referitoare la teoria Big Bang-ului includ: Joseph Silk, *A Short History of the Universe* (New York: Scientific American Library, 1994); Joseph Silk, *The Big Bang* (San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1980); Robert M. Wald, *Space, Time & Gravity* (Chicago: The University of Chicago Press, 1977) şi Stephen W. Hawking, *A Brief History of Time* (New York: Bantam Books, 1988).

2. Forţa puternică (tare) ţine unit nucleul atomic. Se numeşte „puternică" deoarece trebuie să depăşească respingerea dintre protonii din nucleele care au mai mult de un singur proton.

3. Forţa electroslabă combină electromagnetismul cu forţa slabă, responsabilă de dezintegrarea beta. În anul 1968, fizicianul american

Steven Weinberg şi fizicianul pakistanez Abdus Salam au reuşit reunirea cu succes a forţei slabe şi a celei electromagnetice, folosind o metodă matematică denumită *simetrie gauge*.

4. Forţa slabă este responsabilă de dezintegrarea beta şi de procesele ei nucleare lente, care se produc gradual.

5. Albert Einstein, *Relativitatea: teoria specială şi generală* (New York: Crown Publishers, 1961).

6. Legile termodinamicii guvernează modul şi motivul pentru care se face transferul de energie. Prima lege a termodinamicii (postulată de Hermann von Helmholtz în 1847 şi denumită şi Legea conservării energiei) afirmă că energia totală a Universului este constantă.

A doua lege a termodinamicii (formulată de Rudolf Clausius în 1850 şi cunoscută şi sub numele de Legea creşterii entropiei) afirmă că entropia sau dezordinea din Univers nu scade niciodată (şi, prin urmare, de obicei doar creşte). Pe măsură ce dezordinea creşte, energia este transformată în forme mai puţin utilizabile. Astfel, eficienţa oricărui proces este întotdeauna mai mică de 100 la sută.

A treia lege a termodinamicii (formulată de Walter Hermann Nernst în 1906, în baza ideii unei temperaturi de zero absolut concepute de baronul Kelvin în 1848 şi cunoscută şi sub numele de Legea lui zero absolut) ne spune că mişcarea moleculară încetează la o temperatură de zero absolut sau zero (0) grade Kelvin (–273°C). Deoarece temperatura este o măsură a mişcării moleculare, e posibilă apropierea de temperatura zero absolut, dar aceasta nu poate fi niciodată atinsă.

7. „Evolution and Behavior", la adresa http://ccp.uchicago.edu/~jyin/evolution.html, conţine o excelentă colecţie de articole şi link-uri care explorează teoriile evoluţiei. Sursele tipărite includ Edward O. Wilson, *The Diversity of Life* (New York: W.W. Norton & Company, 1993) şi Stephen Jay Gould, *The Book of Life* (New York: W.W. Norton & Company, 1993).

8. Cu patru sute de milioane de ani în urmă, vegetaţia s-a răspândit din mlaştinile de pe terenurile joase pentru a da naştere primelor plante de uscat. Această evoluţie a situaţiei a permis animalelor vertebrate erbivore să iasă pe uscat şi să apară primele amfibii. Alături de amfibii, au ieşit pe uscat şi artropodele, unele dintre ele evoluând şi dând naştere insectelor. Cu aproximativ 200 de milioane de ani în urmă, dinozaurii şi mamiferele au început să îşi împartă şi ele acelaşi mediu. Dinozaurii

au fost de departe cei mai remarcabili. Majoritatea mamiferelor s-a ferit din calea dinozaurilor, multe mamifere fiind nocturne.

9. Mamiferele au devenit dominante în nişa animalelor de uscat după dispariţia dinozaurilor, în urmă cu 65 de milioane de ani. Mamiferele sunt o clasă de animale mai intelectuale, se disting prin sângele cald, hrănirea puilor cu lapte matern, pielea acoperită de păr, reproducerea sexuală, patru membre (în majoritatea cazurilor) şi, cel mai notabil, un sistem nervos deosebit de bine dezvoltat.

10. Primatele, cel mai avansat ordin de mamifere, s-au distins prin ochi îndreptaţi spre înainte, vedere binoculară, creier mare cu cortexul marcat de circumvoluţiuni, care a permis facultăţi de gândire mai evoluate şi tipare sociale mai complicate. Primatele nu sunt singurele animale inteligente, însă au mai beneficiat de o particularitate care avea să grăbească epoca computaţiei: degetul mare opozabil. Erau prezente de-acum cele două calităţi necesare pentru ulterioara apariţie a tehnologiei: inteligenţa şi capacitatea de manipulare a mediului. Nu este o coincidenţă faptul că latinescul *digitus* este folosit şi pentru degete, şi pentru cifre. Originea cuvântului *digit*, aşa cum este folosit acesta în engleza modernă (şi nu numai) şi care a apărut în engleza medievală, se află în latinescul *digitus*, care înseamnă degete (la mână şi la picioare); poate înrudit cu grecescul *deiknynai*, „a arăta".

11. Cu 50 de milioane de ani în urmă, s-a desprins subordinul antropoid al primatelor. Spre deosebire de verii lor prosimieni, antropoidele au suferit o evoluţie rapidă, care a dat naştere primatelor avansate, cum sunt maimuţele, cu circa 30 de milioane de ani în urmă. Primatele sofisticate au fost remarcabile prin capacităţile de comunicare subtilă, prin folosirea de sunete, gesturi şi expresii faciale, prin acestea devenind posibilă dezvoltarea unor grupuri sociale complexe. Cu aproximativ 15 milioane de ani în urmă, au apărut primii umanoizi. Deşi iniţial mergeau pe membrele din spate, îşi foloseau pumnii picioarelor din faţă pentru echilibru.

12. Cu toate că merită subliniat faptul că o schimbare de 2 la sută dintr-un program de computer poate fi foarte semnificativă.

13. *Homo sapiens* este, actualmente, singura specie creatoare de tehnologie de pe Pământ, dar nu a fost prima de acest gen. În urmă cu aproximativ cinci milioane de ani, a apărut *Homo habilis* (respectiv, omul îndemânatic), cunoscut pentru poziţia sa erectă şi pentru creierul

mare. A fost numit *habilis* pentru că își confecționa și folosea unelte. Strămoșul nostru cel mai direct, *Homo erectus*, a apărut în Africa, în urmă cu aproximativ două milioane de ani. *Homo erectus* a fost răspunzător de asemenea pentru progresul tehnologiei, inclusiv pentru îmblânzirea focului, dezvoltarea limbajului și folosirea armelor.

14. Tehnologia a apărut în negura istoriei rasei umanoide și de atunci s-a accelerat permanent. Tehnologiile inventate de alte specii și subspecii umanoide au inclus îmblânzirea focului, confecționarea uneltelor din piatră, olăritul, confecționarea îmbrăcămintei și a altor mijloace de asigurare a nevoilor de bază ale omului. Umanoizii timpurii au inițiat și dezvoltarea limbajului, artelor vizuale, muzicii și altor mijloace de comunicare umană.

În urmă cu aproximativ zece mii de ani, oamenii au început să cultive plante și, la scurt timp, să domesticească animale. Triburile nomade de vânători au început să devină sedentare, fapt ce a permis apariția unor forme mai stabile de organizare socială. Au fost ridicate construcții care să protejeze atât oamenii, cât și produsele lor agricole. Au apărut mijloace mai eficiente de transport, facilitând apariția comerțului și a societăților umane de mari dimensiuni.

Roata pare să fie o invenție relativ recentă: cele mai vechi roți dezgropate datează din urmă cu aproximativ 5.000 de ani, în Mesopotamia. Cam în jurul aceleiași perioade și în aceeași regiune, au apărut plutele, bărcile și un sistem de inscripții „cuneiforme", prima formă de limbă scrisă cunoscută.

Aceste tehnologii le-au permis oamenilor să se adune în grupuri mari, făcând posibilă apariția civilizației. Primele orașe au apărut în Mesopotamia acum aproximativ 6.000 de ani. Circa un mileniu mai târziu, au apărut orașele egiptene antice, inclusiv Memphis și Teba, culminând cu domniile marilor regi egipteni. Aceste orașe erau construite ca niște mașini de luptă, cu ziduri de apărare păzite de trupe înzestrate cu arme inspirate din cele mai avansate tehnologii ale vremii, inclusiv care de luptă, sulițe, armuri, arcuri și săgeți. La rândul ei, civilizația a permis specializarea muncilor oamenilor, prin intermediul unui sistem de caste și al eforturilor organizate de progres tehnologic. A apărut o clasă intelectuală care includea profesorii, inginerii, medicii și scribii. Alte contribuții ale civilizației egiptene timpurii au inclus un material asemănător hârtiei, fabricat din papirus, standardizarea unităților de

măsură, prelucrarea sofisticată a metalelor, gestionarea apelor şi un calendar.

Cu mai mult de 2.000 de ani în urmă, grecii au inventat maşini complexe cu mai multe componente interioare. Arhimede, Ptolemeu şi alţii au descris pârghii, came, scripeţi, valve, roţi dinţate şi alte mecanisme sofisticate care au revoluţionat măsurarea timpului, navigaţia, cartografia şi construirea de clădiri şi corăbii. Grecii sunt cunoscuţi cel mai bine probabil pentru contribuţiile lor în domeniul artei, în special al literaturii, teatrului şi sculpturii.

Grecii au fost depăşiţi de tehnologia militară superioară a romanilor. Imperiul Roman a avut un succes atât de mare, încât a generat prima civilizaţie urbană care a cunoscut pacea şi stabilitatea pe termen lung. Inginerii romani au construit zeci de mii de kilometri de drumuri şi mii de clădiri publice, ca de pildă clădiri administrative, poduri, stadioane, băi şi sisteme de canalizare. Romanii au înregistrat progrese notabile în special în domeniul tehnologiei militare, inclusiv care şi armuri avansate, catapulta şi lancea şi alte arme eficiente de război.

Căderea Imperiului Roman în jurul anului 500 al erei noastre a făcut loc epocii greşit numite Epoca Întunecată – Evul Mediu. În ciuda faptului că progresul din cursul următorului mileniu a fost lent potrivit standardelor contemporane, spirala tot mai strânsă care reprezintă progresul tehnologic a continuat să se accelereze. Ştiinţa, tehnologia, religia, arta, literatura şi filosofia au continuat toate să evolueze în societăţile bizantină, islamică, chineză şi altele. Comerţul la nivel mondial a permis fertilizarea încrucişată a tehnologiilor. În Europa, de exemplu, arbaleta şi praful de puşcă au fost împrumutate din China. Roata de tors a fost împrumutată din India. Hârtia şi imprimarea au fost puse la punct în China, în urmă cu aproximativ 2.000 de ani, şi au migrat spre Europa abia după multe secole. În mai multe părţi ale lumii au apărut morile de vânt, facilitând cunoaşterea aprofundată în domeniul maşinilor cu angrenaje, care ulterior au stat la baza primelor maşini de calcul.

Inventarea, în secolul al treisprezecelea, a unui ceas cu greutăţi, folosind tehnologia angrenajelor, perfecţionată la morile de vânt şi de apă, a eliberat societatea de structurarea vieţii în jurul Soarelui. Poate cea mai plină de semnificaţii invenţie din Evul Mediu a fost presa de tipărit cu caractere mobile a lui Johannes Gutenberg, care a deschis orizontul vieţii intelectuale în afara bisericii şi a statului, controlate de o elită.

Până în secolul şaptesprezece, tehnologia a creat mijloace pentru ca imperiile să se extindă pe tot Pământul. Mai multe ţări europene, inclusiv Anglia, Franţa şi Spania, şi-au dezvoltat economii bazate pe colonii foarte îndepărtate. Această colonizare a zămislit o clasă negustorească, un sistem bancar la nivel mondial şi forme timpurii de protejare a proprietăţii intelectuale, inclusiv sistemul patentelor.

În data de 26 mai 1733, Biroul Englez de Patente a emis un patent pe numele lui John Kay pentru „Noul motor pentru desfacerea şi ţesutul lânii". A fost o veste proastă, pentru că inventatorul intenţiona să îşi fabrice „suveica zburătoare" şi să o comercializeze în cadrul industriei textile engleze, aflată în plină dezvoltare. Invenţia lui Kay a fost un succes rapid, dar omul şi-a cheltuit tot profitul cu procese, încercând în van să-şi impună patentul. A murit sărac, fără să-şi dea seama vreodată că inovaţia sa în domeniul ţesutului a marcat debutul Revoluţiei Industriale.

Adoptarea pe scară largă a inovaţiei lui Kay a creat presiuni pentru un mod mai eficient de tors, care s-a concretizat în maşina Cotton Jenny a lui Sir Richard Arkwright, patentată în 1770. În anii 1780, au fost inventate maşini de dărăcit şi pieptănat lâna, ca să alimenteze noile maşini automate de tors. La sfârşitul secolului optsprezece, industria casnică a textilelor din Anglia a fost înlocuită de maşini centralizate din ce în ce mai eficiente. Naşterea Revoluţiei Industriale a dus la fondarea Mişcării Ludite la începutul anilor 1800, prima mişcare organizată de opoziţie faţă de tehnologie.

15. Primatologul Carl Van Schaik a observat că urangutanii din mlaştina Suaq Balimbing din Sumatra îşi confecţionează şi folosesc unelte ca să prindă insecte şi să adune mierea şi fructele. Cu toate că este posibil ca şi urangutanii captivi să fie învăţaţi cu uşurinţă să folosească unelte, primatele Suaq sunt prima populaţie sălbatică la care s-a observat utilizarea uneltelor. Folosirea acestora poate să fie un rezultat al necesităţii. Nu s-a observat ca urangutanii din alte părţi ale lumii să folosească uneltele, în esenţă pentru că sursele lor de hrană sunt mai uşor accesibile.

Carl Zimmer, „Tooling Through the Trees", 16, *Discover* nr. 11 (noiembrie 1995): 46-47.

Ciorile îşi confecţionează unelte din beţe şi frunze. Uneltele sunt folosite în diferite scopuri, sunt deosebit de previzibile din punct de

vedere constructiv şi au chiar cârlige şi alte mecanisme pentru găsirea şi manipularea insectelor care le cad pradă. Adeseori ciorile poartă în zbor aceste unelte şi le păstrează alături de cuiburi.

Tina Adler, „Crows Rely on Tools to Get Their Work Done", *Science News* 149 nr. 3 (20 ianuarie 1996): 37.

Crocodilii nu pot să ţină de pradă, aşa că uneori o prind între pietre şi/sau rădăcini. Rădăcinile copacilor ancorează prada în timp ce crocodilul îşi ia masa. Unii oameni le-au atribuit crocodililor folosirea pietrelor şi a rădăcinilor drept unelte.

De pe site-ul „Animal Diversity Web Site", la adresa Muzeului de Zoologie al Universităţii Michigan, <http://www.oit.itd.umich.edu/projects/ADW/>.

16. Animalele comunică dintr-o multitudine de motive: apărare (pentru a le semnala celorlalţi membri ai speciei apropierea pericolului), adunarea hranei (pentru a-i alerta pe ceilalţi membri în legătură cu o sursă de hrană), curtare şi împerechere (pentru alertarea membrilor speciei cu privire la dezirabilitate şi pentru alungarea eventualilor concurenţi) şi pentru păstrarea teritoriului. Motivul de bază al comunicării este supravieţuirea speciei. Unele animale folosesc comunicarea nu doar pentru supravieţuire, ci şi pentru exprimarea emoţiilor.

Există multe exemple fascinante de comunicare în lumea animalelor:

- Femela de broască de copac descoperită în Malaezia se foloseşte de degetele de la picioare ca să bată în vegetaţie pentru avertizarea potenţialilor parteneri în privinţa disponibilităţii ei. Lori Oliwenstein, Fenella Saunder şi Rachel Preiser, „Animals 1995", *Discover* 17, nr. 1 (ianuarie 1996): 54-57.
  Masculii de şoareci de câmp (rozătoare mici) se dichisesc pentru a produce mirosuri corporale care să atragă partenere. Tina Adler, „Voles Appreciate the Value of Good Grooming", *Science News* 149, nr. 16 (20 aprilie 1996): 247.
  Balenele comunică printr-o serie de chemări şi strigăte. Mark Higgins, „Deep Sea Dialogue", *Nature Canada* 26, nr. 3 (vara 1997): 29-34.
  Primatele, desigur, vocalizează pentru a comunica o mulţime de mesaje. Un grup de cercetători a studiat maimuţele capucin, maimuţele veveriţă şi tamarinii aurii din America

Centrală și de Sud. Adeseori, aceste animale nu pot să se vadă prin pădure, așa că au stabilit o serie de chemări sau triluri care să-i alerteze pe membrii speciei să se îndrepte către sursele de hrană. Bruce Bower, „Monkeys Sound Off, Move Out", *Science News* 149, nr. 17 (27 aprilie 1996): 269.

17. Washoe și Koko (gorile mascul și femelă) sunt creditate cu însușirea Limbajului American al Semnelor – American Sign Language (ASL). Sunt cele mai faimoase dintre primatele care comunică. Viki, un cimpanzeu, a fost învățată să rostească trei cuvinte (mama, papa și cup – cană). Lana și Kanzi (femele de cimpanzeu) au fost învățate să apese butoane cu simboluri.

Steven Pinker reflectă pe marginea afirmațiilor cercetătorilor potrivit cărora maimuțele înțeleg total limbajul semnelor. În *The Language Instinct* (New York: Morrow, 1994), el notează că maimuțele au învățat o formă foarte brută de ASL, nu și toate nuanțele acestui limbaj. Semnele pe care le-au învățat erau imitații brute ale „obiectelor reale". În plus, potrivit lui Pinker, cercetătorii au interpretat adeseori greșit mișcările mâinilor maimuțelor ca reprezentând semne propriu-zise. Un cercetător din echipa lui Washoe care era surd a observat că ceilalți cercetători aveau liste lungi de semne, în vreme ce lista cercetătorului surd era scurtă.

18. David E. Kalish, „Chip Makers and U.S. Unveil Project", New York Times, 12 septembrie 1997.

19. Diagrama „Creșterea exponențială a capacității de calcul, 1900-1998" se bazează pe următoarele date:

Data	Dispozitivul	Durata calculului (sec.)	Calcule pe secundă (cps)	Costul (dolarii vremii)	Costul (dolari 1998)	CPS/1.000 $
1900	Motorul Analitic	9.00E-00	1.11E-01	$1,000,000	$19,087,000	5.8211-06
1908	Hollerith Tabulator	5.00E+01	2.00E-02	$9,000	$154,000	1.299E-04
1911	Monroe Calculator	3.00E+01	3.33E-02	$35,000	$576,000	5.787E-05
1919	IBM Tabulator	5.00E-00	2.00E-01	$20,000	$188,000	1.064E-03
1928	National Ellis 3000	1.00E+01	1.00E-01	$15,000	$143,000	6.993E-04

1939	Zuse 2	1.00E–00	1.00E–00	$10,000	$117,000	8.547E–03
1940	Bell Calculator Model	1 3.00E–01	3.33E–00	$20,000	$233,000	1.431E–02
1941	Zuse 3	3.00E–01	3.33E–00	$6,500	$72,000	4.630E–02
1943	Colossus	2.00E–04	5.00E+03	$100,000	$942,000	5.308E–00
1946	ENIAC	2.00E–04	5.00E+03	$750,000	$6,265,000	7.981E–01
1948	IBM SSEC	8.00E–04	1.25E+03	$500,000	$3,380,000	3.698E–01
1949	BINAC	2.86E–04	3.50E+03	$278,000	$1,903,000	1.837E–00
1949	EDSAC	1.40E–03	7.14E+02	$100,000	$684,000	1.044E–00
1951	Univac I	1.20E–04	8.33E+03	$930,000	$5,827,000	1.430E–00
1953	Univac 1103	3.00E–05	3.33E+04	$895,000	$5,461,000	6.104E–00
1953	IBM 701	6.00E–05	1.67E+04	$230,000	$1,403,000	1.188E+01
1954	EDVAC	9.00E–04	1.11E+03	$500,000	$3,028,000	3.669E–01
1955	Whirl-wind	5.00E–05	2.00E+04	$200,000	$1,216,000	1.645E+01
1955	IBM 704	2.40E–05	4.17E+04	$1,994,000	$12,120,000	3.438E–00
1958	Datamatic 1000	2.50E–04	4.00E+03	$2,179,100	$12,283,000	3.257E–01
1958	Univac II	2.00E–04	5.00E+03	$970,000	$5,468,000	9.144E–01
1959	Mobidic	1.60E–05	6.25E+04	$1,340,000	$7,501,000	8.332E–00
1959	IBM 7090	4.00E–06	2.50E+05	$3,000,000	$16,794,000	1.489E+01
1960	IBM 1620	6.00E–04	1.67E+03	$200,000	$1,101,000	1.514E–00
1960	DEC PDP–1	1.00E–05	1.00E+05	$120,000	$660,000	1.515E+02
1961	DEC PDP–4	1.00E–05	1.00E+05	$65,000	$354,000	2.825E+02
1962	Univac III	9.00E–06	1.11E+05	$700,000	$3,776,000	2.943E+01
1964	CDC 6600	2.00E–07	5.00E+06	$6,000,000	$31,529,000	1.586E+02
1965	IBM 1130	8.00E–06	1.25E+05	$50,000	$259,000	4.826E+02
1965	DEC PDP–8	6.00E–06	1.67E+05	$18,000	$93,000	1.792E+03
1966	IBM 360 Model 75	8.00E–07	1.25E+06	$5,000,000	$25,139,000	4.972E+01
1968	DEC PDP–10	2.00E–06	5.00E+05	$500,000	$2,341,000	2.136E+02
1973	Intellec–8	1.56E–04	6.41E+03	$2,398	$8,798	7.286E+02

1973	Data General Nova	2.00E–05	5.00E+04	$4,000	$14,700	3.401E+03
1975	Altair 8800	1.56E–05	6.41E+04	$2,000	$6,056	1.058E+04
1976	DEC PDP–11 Model 70	3.00E–06	3.33E+05	$150,000	$429,000	7.770E+02
1977	Cray 1	1.00E–08	1.00E+08	$10,000,00	$26,881,000	3.720E+03
1977	Apple II	1.00E–05	1.00E+05	$1,300	$3,722	2.687E+04
1979	DEC VAX 11 Model 780	2.00E–06	5.00E+05	$200,000	$449,000	1.114E+03
1980	Sun–1	3.00E–06	3.33E+05	$30,000	$59,300	5.621E+03
1982	IBM PC	1.56E–06	6.41E+05	$3,000	$5,064	1.266E+05
1982	Compaq Portable	1.56E–06	6.41E+05	$3,000	$5,064	1.266E+05
1983	IBM AT–80286	1.25E–06	8.00E+05	$5,669	$9,272	8.628E+04
1984	Apple Macintosh	3.00E–06	3,33E+05	$2,500	$3,920	8.503E+04
1986	Compaq Deskpro 386	2.50E–07	4.00E+06	$5,000	$7,432	5.382E+05
1987	Apple Mac II	1.00E–06	1.00E+06	$3,000	$4,300	2.326E+05
1993	Pentium PC	1.00E–07	1.00E+07	$2,500	$2,818	3.549E+06
1996	Pentium PC	1.00E–08	1.00E+08	$2,000	$2,080	4.808E+07
1998	Pentium II PC	5.00E–09	2.00E+08	$1,500	$1,500	1.333E+08

Conversia costurilor de la valoarea dolarilor din fiecare an în dolari 1998 se bazează pe raportul indicelui de preţ la consumator pentru anii respectivi, potrivit datelor referitoare la acest indicator economic consemnate de Woodrow Federal Reserve Bank of Minneapolis. Poţi vizita website-ul lor la adresa <http://woodrow.mpls.frb.fed.us/economy/calc/cpihome.html>.

Charles Babbage a conceput Motorul Analitic în anii 1830 şi a continuat să perfecţioneze conceptul până la moartea sa, survenită în anul 1871. Babbage nu şi-a definitivat invenţia. Am folosit pentru Motorul Analitic anul 1900 ca dată

la care tehnologia sa mecanică ar fi devenit fezabilă, pe baza existenţei altor tehnologii mecanice de calcul la vremea respectivă.

Printre sursele pentru diagrama „Creşterea exponenţială a capacităţii de calcul, 1900-1998" sunt incluse şi următoarele:

25 Years of Computer History
<http://www.compros.com/timeline.html>
BYTE Magazine „Birth of a Chip"
<http://www.byte.com/art/9612/sec6/art2.htm>
cdc.html@www.citybeach.wa.edu (Stretch)
<http://www.citybeach.wa.edu.au/lessons/history/video/sunedu/comp uter/cdc.html>
Chronology of Digital Computing Machines
<http://www.best.com/~wilson/faq/chrono.html>
Chronology of Events in the History of Microcomputers
<http://www3.islandnet.com/~kpolsson/comphist/comp1977.htm>
The Computer Museum History Center
<http://www.tcm.org/html/history/index.html>
delan at intopad.eecs.berkeley.edu
<http://infopad.eecs.berkeley.edu/CIC/summary/delan>
Electronic Computers Within the Ordnance Corps
<http://ftp.arl.mil/~mike/comphist/61ordnance/index.html>
General Processor Information
<http://infopad.eecs.berkeley.edu/CIC/summary/local/>
The History of Computing at Los Alamos
<http://bang.lanl.gov/video/sunedu/computer/comphist.html>
The Machine Room
<http://www.tardis.ed.ac.uk/~alexios/MACHINE-ROOM/>
Mind Machine Web Museum
<http://userwww.sfsu.edu/~hl/mmm.html>
Hans Moravec at Carnegie Mellon University: Computer Data
<http://www.frc.ri.cmu.edu/~hpm/book97/ch3/processor.list>
PC Magazine Online: Fifteen Years of PC Magazine
<http://www.zdnet.com/pcmag/special/anniversary/>
PC Museum
<htt p://www.microtec.net/~dlessard/index.html>

PDP-8 Emulation
<http://csbh.mhv.net/~mgraffam/emu/pdp8.html>
Silicon Graphics Webpage press release
<http://www.pathfinder.com/money/latest/press/PW/1998jun16/270.ht ml >
Stan Augarten, *Bit by Bit: An Illustrated History of Computers* (New York: Ticknor & Fields, 1984).
International Association of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), „Annals of the History of the Computer", vol. 9, nr. 2, pp. 150–153 (1987).
IEEE, vol. 16, nr. 3, p. 20 (1994).
Hans Moravec, *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1988).
René Moreau, *The Computer Comes of Age* (Cambridge, MA: MIT Press, 1984).

20. Pentru puncte de vedere suplimentare asupra viitorului capacității computerelor, vezi: Hans Moravec, *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1988) și „An Interview with David Waltz, Vice President, Computer Science Research, NEC Research Institute" pe pagina web Think Quest, la adresa <http://tqd.advanced.org/2705/waltz.html>. Comentez acest subiect și în cartea mea *The Age of Intelligent Machines* (Cambridge, MA: MIT Press, 1990), 401-419. Aceste trei surse discută dezvoltarea exponențială a capacității de calcul.

21. Teorie matematică referitoare la diferențele dintre informație și zgomot și la capacitatea unui canal de comunicare de a transporta informația.

22. Institutul Santa Fe a jucat un rol de pionierat în dezvoltarea conceptelor și a tehnologiei legate de complexitate și de sistemele emergente. Unul dintre principalii dezvoltatori ai paradigmelor asociate haosului și complexității a fost Stuart Kauffman. Cartea lui Kauffman *At Home in the Universe: The Search for the Laws of Self-Organization and Complexity* (Oxford: Oxford University Press, 1995) aruncă o privire asupra „forțelor ordinii care se află la marginea haosului" (potrivit descrierii din cartotecă).

În cartea sa *Evolution of Complexity by Means of Natural Selection* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 1988), John Tyler Bonner

formulează întrebarea: „Cum este posibil ca un ou să se transforme într-un adult complex? Cum este posibil ca o bacterie, având la dispoziţie milioane de ani, să evolueze devenind un elefant?"John Holland este un alt gânditor de frunte de la Institutul Sante Fe, din domeniul emergent al complexităţii. Cartea sa, *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity* (Reading, MA: Addison-Wesley, 1996) cuprinde o serie de prelegeri pe care Holland le-a prezentat la Institutul Santa Fe în anul 1994.

23. Vezi de asemenea John H. Holland, *Emergence: From Chaos to Order* (Reading, MA: Addison-Wesley, 1998) şi M. Mitchell Waldrop, *Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos* (New York: Simon and Schuster, 1992).

Capitolul 2: Inteligenţa evoluţiei

1. La începutul anilor 1950, compoziţia chimică a ADN-ului era cunoscută deja. La momentul respectiv, întrebările importante erau: Cum e construită molecula ADN? Cum îşi îndeplineşte ADN-ul funcţia? Aceste întrebări aveau să primească un răspuns în 1953, de la James D. Watson şi Francis H.C. Crick.

Watson şi Crick au scris „The Molecular Structure of Nucleic Acid: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid", publicat în numărul din 25 aprilie 1953 al revistei *Nature*. Pentru mai multe informaţii referitoare la cursa dintre numeroase grupuri pentru descoperirea structurii moleculare a ADN-ului, citeşte cartea lui Watson, *The Double Helix* (New York: Atheneum Publishers, 1968).

2. Traducerea începe cu întinderea unei regiuni a ADN-ului pentru a i se expune codul. Se creează un şir de ARN-mesager (ARN-m) prin copierea codurilor perechilor de bază expuse ale ADN-ului. Mesagerul ARN adecvat botezat înregistrează o copie a succesiunii de litere a porţiunii ADN şi iese din nucleu, ajungând în corpul celulei. Aici, ARN-m întâlneşte o moleculă ribozom, care citeşte literele codificate în moleculele ARN-m şi apoi, folosind alte molecule, numite ARN de transfer (ARN-t), construieşte propriu-zis lanţuri de proteine, punând pe rând aminoacid cu aminoacid. Aceste proteine sunt muncitorii moleculari care îndeplinesc funcţiile celulei. De exemplu, hemoglobina, care este răspunzătoare pentru transportul oxigenului pe cale sanguină de la

plămâni la țesuturile organismului este o succesiune de 500 de aminoacizi. Fiecare aminoacid necesită trei litere desemnând nucleotide, așa încât codificarea hemoglobinei are nevoie de 1.500 de poziții în molecula ADN. Pentru că tot veni vorba despre asta, în organism, moleculele de hemoglobină sunt create de 500 de mii de miliarde de ori pe secundă, deci mașinăria este foarte eficientă.

3. Scopul Proiectului Genomului Uman este să realizeze hărți genetice detaliate ale secvențelor celor 50.000 până la 100.000 de gene ale genomului uman și să dea informații referitoare la structura și succesiunea completă a ADN-ului omului și altor animale. Proiectul a debutat la mijlocul anilor 1980. Website-ul Human Genome Project, <http://www.nhgri.nih.gov/HGP/>, conține informații privitoare la evoluția proiectului, scopurile actuale și viitoare și explicații detaliate ale structurii ADN.

4. Cercetările lui Thomas Ray sunt prezentate într-un articol semnat de Joe Flower, „A Life in Silicon", *New Scientist* 150, nr. 2.034 (15 iunie 1996): 32-36. Doctorul Ray are și un website care conține actualizări ale evoluției software-ului său, la adresa <http://www.hip.atr.co.jp/~ray/>.

5. O selecție de cărți care explorează natura inteligenței cuprinde: H. Gardner, *Frames of Mind* (New York: Basic Books, 1983); Stephen Jay Gould, *The Mismeasure of Man* (New York: Basic Books, 1983); R.J. Herrnstein și C. Murray, *The Bell Curve* (New York: The Free Press, 1994); R. Jacoby și N. Glaubennan, eds., *The Bell Curve Debate* (New York: Times Books, 1995).

6. Pentru continuarea explorării teoriei expansiunii și contracției Universului, vezi: Stephen W. Hawking, *A Brief History of Time* (New York: Bantam Books, 1988) și Eric L. Lerner, *The Big Bang Never Happened* (New York Random House, 1991). Pentru actualizări, vezi website-ul International Astronomical Union (IAU) la adresa <http://www.intastun.org/>, precum și mai înainte menționata „Introduction to Big Bang Theory", la adresa <http://www.bowdoin.edu/dept/physics/astro.1997/astro4/bigbang.ht ml>.

7. Vezi Capitolul 3, „Despre minte și mașini", inclusiv chenarul „Perspectiva mecanicii cuantice".

8. Peter Lewis, „Can Intelligent Life Be Found? Gorilla Will Go Looking", *New York Times*, 16 aprilie 1998.

9. Voice Xpress Plus de la Divizia de Dictare a corporaţiei Lernout & Hauspie Speech Products (fostă Kurzweil Applied Intelligence) le permite utilizatorilor să dea comenzi în „limbaj natural" programului Microsoft Word. De asemenea, asigură un vocabular cuprinzător pentru dictarea în vorbire continuă. Programul este „fără mod", astfel încât utilizatorii nu trebuie să indice când dau comenzi. De exemplu, dacă utilizatorul spune: „Mi-a plăcut excursia din Belgia de săptămâna trecută. Fă paragraful cu patru puncte mai mare. Schimbă fontul în Arial. Sper să mai merg în Belgia în curând", Voice Xpress Plus stabileşte în mod automat faptul că propoziţiile a doua şi a treia sunt comenzi şi le execută (în loc să le scrie). De asemenea, stabileşte că prima şi a patra propoziţie nu sunt comenzi şi le transcrie în document.

Capitolul 3: Despre minte şi maşini

1. Pentru a afla mai multe despre actuala stare a cercetărilor din domeniul scanării creierului, un bun punct de pornire îl reprezintă articolul „Brains at Work: Researchers Use New Techniques to Study How Humans Think", de Vincent Kiernan. Acest articol, din *Chronicle of Higher Education* (23 ianuarie 1998, vol. 44, nr. 20, pp. A16-17), discută aplicaţiile RMN pentru cartografierea activităţii cerebrale în cursul proceselor complexe de gândire.

Articolul „Visualizing the Mind", de Marcus E. Raichle, din numărul din aprilie 1994 al revistei *Scientific American* oferă o trecere în revistă a diverselor tehnologii de vizualizare a creierului: RMN, tomografie cu emisie de pozitroni (PET), magnetoencefalografie (MEG) şi electroencefalografie (EEG).

„Unlocking the Secrets of the Brain", de Tabitha M. Powledge, este un articol în două părţi din numărul pe lunile iulie-august al revistei *Bioscience* 47 (pp. 330-334 şi 403-409), 1997.

2. Celulele hematopoietice din măduva osoasă şi anumite straturi ale pielii cresc şi se reproduc frecvent, refăcându-se în decursul câtorva luni. În schimb, celulele musculare nu se reproduc vreme de mai mulţi ani. S-a considerat că neuronii nu se reproduc deloc după naştere, dar descoperiri recente indică posibilitatea reproducerii neuronilor la primate. Doctorul Elizabeth Gould de la Universitatea Princeton şi dr. Bruce S. McEwen de la Universitatea Rockefeller din New York

au descoperit că masculii de maimuțe saguin pot să producă celule cerebrale la nivelul hipocampului, regiune a creierului legată de învățare și memorie. Pe de altă parte, când animalele sunt expuse la stres, capacitatea de generare de noi celule cerebrale la nivelul hipocampului se diminuează. Aceste cercetări sunt descrise într-un articol semnat de Gina Kolata, „Studies Find Brain Grows New Cells", *The New York Times* , 17 martie 1998.

Alte tipuri de celule cresc și se reproduc dacă este necesar. De exemplu, dacă se extirpă șapte optimi din celulele hepatice, cele care rămân cresc și se reproduc până când se completează la loc aproape întregul număr de celule. Arthur Guyton, *Physiology of the Human Body*, ediția a cincea (Phila., PA: W.B. Saunders, 1979): 42-43.

3. Oprimarea raselor umane, a naționalităților și altor grupuri a fost adeseori justificată în același fel.

4. Lucrările lui Platon sunt disponibile în engleză și greacă în edițiile Bibliotecii Clasice Loeb. O prezentare detaliată a filosofiei lui Platon poate fi găsită în cartea lui J.N. Findlay, *Plato and Platonism: An Introduction*. Despre dialoguri ca formă aleasă de Platon, vezi D. Hyland, „Why Plato Wrote Dialogues", *Philosophy and Rhetoric 1* (1968): 38-50.

5. O scurtă istorie a pozitivismului logic se poate găsi în A.J. Ayer, *Logical Positivism* (New York: Macmillan, 1959): 3-28.

6. David J. Chalmers face distincția „între problemele ușoare și problemele grele ale conștiinței" și susține că „problema grea eludează complet metodele convenționale de explicare", într-un eseu intitulat „Facing Up to the Problem of Consciousness", Stuart R. Hameroff, ed., *Toward a Science of Consciousness: The First Tucson Discussions and Debates (Complex Adaptive Systems)* (Cambridge, MA: MIT Press, 1996).

7. Acest punct de vedere obiectiv a fost definit sistematic la începutul secolului douăzeci de Ludwig Wittgenstein într-o analiză a limbajului denumită pozitivism logic. Această școală filosofică avea să influențeze ulterior emergența teoriei și lingvisticii computației și s-a inspirat din principala lucrare a lui Wittgenstein, *Tractatus Logico-Philosophicus*. Cartea nu a fost un succes imediat și a avut nevoie de influența fostului instructor al lui Wittgenstein, Bertrand Russell, pentru a-și găsi un editor.

Într-o prefigurare a limbajelor de programare timpurii, Wittgenstein a numărat toate afirmaţiile în *Tractatus*, indicându-le poziţia în a sa ierarhie a gândirii. El începe cu afirmaţia 1: „Lumea este tot ce este cazul", indicându-şi planurile ambiţioase referitoare la carte. O afirmaţie tipică este cea cu numărul 4.0.0.3. 1: „Filosofia nu este decât o critică a limbajului". Ultima afirmaţie, numărul 7, este: „Peste ce nu putem vorbi trebuie să sărim în tăcere". Cei care îşi identifică rădăcinile filosofice în începuturile lui Wittgenstein îi consideră încă scurta lucrare ca reprezentând cea mai influentă carte de filosofie a secolului XX. Ludwig Wittgenstein, *Tractatus Logico-Philosophicus*, în traducerea lui D.E. Pears şi B.E. McGuiness, Germania, 1921.

8. În prefaţa la *Philosophical Investigations*, în traducerea lui G.E.M. Anscombe, Wittgenstein „recunoaşte" că a făcut greşeli grave în lucrarea sa anterioară, *Tractatus*.

9. Pentru o utilă trecere în revistă a vieţii şi operei lui Descartes, vezi *The Dictionary of Scientific Biography*, vol. 4, pp. 55-65. De asemenea, cartea lui Jonathan Rée *Descartes* prezintă o perspectivă unificată a filosofiei şi relaţiei lui Descartes cu alte sisteme de gândire.

10. Citat din Douglas R. Hofstadter, *Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid* (New York: Basic Books, 1979).

11. „Computing Machinery and Intelligence", *Mind* 59 (1950); 433-460, retipărit în cartea lui E. Feigenbaum şi J. Feldman, eds., *Computers and Thought* (New York: McGraw-Hill, 1963).

12. Pentru o descriere a mecanicii cuantice, citeşte articolul lui George Johnson „Quantum Theorists Try to Surpass Digital Computing", *New York Times*, 18 februarie 1997.

Capitolul 4: O nouă formă de inteligenţă pe Pământ

1. Dispozitive simple de calcul fuseseră perfecţionate cu aproximativ două secole înainte de Babbage, începând cu Pascalina lui Pascal în 1642, care putea face adunări, şi cu o maşină de înmulţit pusă la punct de Gottfried Wilhelm Leibniz câteva decenii mai târziu. Dar automatizarea calculării logaritmilor a fost cu mult mai ambiţioasă decât tot ceea ce se încercase anterior.

Babbage nu a ajuns prea departe – şi-a epuizat resursele financiare, a intrat în dispută cu guvernul britanic pe tema proprietăţii, a avut

probleme cu asigurarea fabricării la o precizie neobișnuită a componentelor și l-a văzut pe inginerul său șef concediindu-i pe toți muncitorii și apoi plecând și el. A fost marcat și de tragedii personale, inclusiv moartea tatălui său, a soției și a doi dintre copii.

Singurul lucru evident pe care îl mai putea face, s-a gândit Babbage, era să abandoneze „Motorul diferențial" și să se apuce de ceva și mai ambițios: primul computer total programabil din lume. Noua idee a lui Babbage – „Motorul Analitic" – putea fi programat pentru rezolvarea oricărei probleme imaginabile, logice sau de calcul.

Motorul Analitic avea o memorie de acces aleatoriu (RAM) constând în 1.000 de „cuvinte" a câte 50 de cifre decimale fiecare, echivalente cu aproximativ 175.000 de biți. Orice număr dintr-o locație poate fi recuperat, modificat și stocat într-o altă locație. Avea un cititor de cartele perforate și includea chiar și o imprimantă, chiar dacă urma să mai treacă o jumătate de secol până la inventarea mașinilor de cules sau a mașinilor de scris. Avea o unitate centrală de procesare (CPU) care putea să realizeze tipurile de operații logice și aritmetice pe care le efectuează orice CPU în zilele noaste. Cel mai important, avea o unitate specială de stocare pentru programe, cu un limbaj de mașină foarte similar celor ale computerelor din zilele noastre. Un câmp zecimal specifica tipul de operație, iar un altul furniza adresa din memoria numărului operator. Stan Augarten, *Bit by Bit: An Illustrated History of Computers* (New York: Ticknor and Fields, 1984): 63-64.

Babbage descrie caracteristicile mașinii sale în „On the Mathematical Powers of the Calculating Engine" (Oxford: scrisă în 1837 și retipărită ca Anexa B în lucrarea lui Anthony Hymans *Charles Babbage: Pioneer of the Computer*, Oxford University Press, 1982). Pentru informații biografice referitoare la Charles Babbage și Ada Lovelace, vezi biografia lui Hyman și cartea lui Dorothy Stein *Ada: A Life and a Legacy* (Cambridge, MA: MIT Press, 1985).

2. Stan Augarten, *Bit by Bit*, 63-64. Descrierea Motorului Analitic, făcută de Babbage în „On the Mathematical Powers of the Calculating Engine", scrisă în 1837, este retipărită ca Anexa B în cartea lui Anthony Hyman *Charles Babbage: Pioneer of the Computer* (Oxford: Oxford University Press, 1982).

3. Joel Shurkin, în *Engines of the Mind*, p. 104, descrie mașina lui Aiken ca fiind „un Motor Analitic electromecanic cu manipulator de

carduri IBM". Pentru o istorie concisă a dezvoltării computerului Mark I, vezi cartea lui Augarten *Bit by Bit*, 103-107. I. Bernard Cohen oferă o nouă perspectivă asupra relaţiei lui Aiken cu Babbage în articolul său „Babbage and Aiken", *Annals of the History of Computing* 10 (1988): 171-193.

4. Ideea cartelelor perforate, pe care Babbage a împrumutat-o de la războaiele automate Jacquard (maşini automate de ţesut controlate de cartele metalice perforate), a supravieţuit de asemenea şi a constituit fundamentul automatizării calculatoarelor din ce în ce mai populare din secolul nouăsprezece. Aceasta a culminat la recensământul din 1890 din Statele Unite, care a reprezentat prima ocazie în care a fost folosită electricitatea în cadrul unui proiect major de procesare a datelor. Cartela perforată însăşi a supravieţuit ca principiu al computaţiei până în anii 1970.

5. Computerul Robinson al lui Turing nu a fost un computer programabil. Nici nu trebuia să fie – avea de făcut un singur lucru. Primul computer programabil a fost pus la punct de către germani. Konrad Zuse, inginer constructor şi inventator german, s-a văzut motivat să uşureze ceea ce a numit mai târziu „calculele îngrozitoare necesare inginerilor constructori". Ca şi în cazul lui Babbage, primul său dispozitiv, Z-1, a fost integral mecanic – fiind construit dintr-un set de montaj în sufrageria părinţilor. Maşina de calcul Z-2 folosea relee electromecanice şi era capabilă să rezolve mai multe ecuaţii complexe simultan. Însă abia cea de-a treia versiune a sa – Z-3 – a avut un caracter istoric. Este reţinut în continuare ca fiind primul computer programabil din lume. După cum se poate anticipa, potrivit Legii accelerării veniturilor aplicată computaţiei, maşina Z-3 a lui Zuse a fost destul de lentă – o înmulţire avea nevoie de mai mult de trei secunde.

Cu toate că Zuse a primit un oarecare sprijin întâmplător din partea guvernului german iar maşinile sale au jucat un rol militar minor, computaţia şi semnificaţia ei militară au fost puţin înţelese de conducerea germană. Aceasta explică aparenta încredere a nemţilor în securitatea garantată a codului Enigma. În schimb, armata germană a acordat o atenţie imens de ridicată altor tehnologii avansate, cum ar fi cele ale rachetelor şi armelor atomice. Soarta lui Zuse a fost să nu acorde nimeni cine ştie câtă atenţie lui sau invenţiilor sale; până şi Aliaţii l-au ignorat după sfârşitul războiului. Meritul realizării primului computer

programabil este adeseori asociat lui Howard Aiken, în ciuda faptului că maşina lui, Mark I, a fost operaţională abia la trei ani după Z-3. Când lui Zuse i-a fost retrasă finanţarea de către cel de-al treilea Reich, în toiul războiului, un ofiţer german i-a explicat că „avioanele germane sunt cele mai bune din lume. Nu văd ce anume am putea să calculăm pentru a le îmbunătăţi."

Afirmaţia lui Zuse că a construit primul computer digital funcţional, complet programabil, din lume este sprijinită de cererea de patent pe care a depus-o. Vezi, de exemplu, K. Zuse, „Verfahren zur Selbst Atigen Durchfurung von Rechnungen mit Hilfe von Rechenmaschinen", German Patent Application Z23624, 11 aprilie 1936. Pasaje traduse, intitulate „Methods for Automatic Execution of Calculations with the Aid of Computers", apar în cartea lui Brian Randell, ed., *The Origins of Digital Computers*, pp. 159-166.

6. „Computing Machinery and Intelligence", *Mind* 59 (1950): 433-460, reprodusă în cartea lui E. Feigenbaum şi J. Feldman, eds., *Computers and Thought* (New York: McGraw-Hill, 1963).

7. Vezi A. Newell, J.C. Shaw şi H.A. Simon,"Programming the Logic Theory Machine", *Proceedings of the Western Joint Computer Conference*, 1957, pp. 230-240.

8. *Principia Mathematica* a lui Russell şi Whitehead (vezi referinţele de la sfârşitul acestei note), publicată prima oară în 1910-1913, a fost o lucrare care a reformulat matematica pe baza noii concepţii a lui Russell, a teoriei mulţimilor. Progresul lui Russell în teoria mulţimilor a netezit calea pentru ulterioara dezvoltare de către Turing a teoriei computaţionale, bazată pe maşina Turing (vezi nota următoare). Iată în continuare versiunea mea pentru „paradoxul lui Russell" care a stimulat descoperirea lui Russell:

> Înainte să ajungă în „partea cealaltă", prietenul nostru cartoforul trăise o viaţă grea. Era impulsiv şi nu prea dispus să piardă. În povestea noastră, el este şi puţin logician. De această dată, nu şi-a ales bine omul pe care să-l expedieze. De-ar fi ştiut că individul era nepotul judecătorului!
>
> Cunoscut oricum ca fiind un adept al condamnărilor la spânzurătoare, judecătorul este furios şi vrea să dea cea mai severă sentinţă care ar fi putut să-i treacă prin minte. Aşa că îi spune cartoforului că nu numai că este condamnat la moarte,

ci şi că sentinţa va fi îndeplinită într-un mod unic. „Mai întâi o să ne scăpăm de tine repede, la fel cum ai făcut tu cu victima. Această sentinţă trebuie dusă la îndeplinire nu mai târziu de sâmbătă. Mai mult, nu vreau să fii pregătit pentru judecata de apoi. În dimineaţa zilei execuţiei, nu vei şti cu siguranţă că ţi-a venit ziua. Când va veni, va fi o surpriză pentru tine."

La care cartoforul răspunde: „Minunat, domnule judecător, mă simt foarte uşurat."

În replică, judecătorul exclamă: „Nu înţeleg, cum te poţi simţi uşurat? Te-am condamnat la moarte. Am dat ordinul ca sentinţa să fie dusă la îndeplinire imediat, aşa că n-o să te poţi pregăti, pentru că în ziua în care vei muri nu vei şti sigur că aceea e ziua în care mori."

„Ei bine, domnule judecător", lămureşte cartoforul, „pentru ca sentinţa să fie îndeplinită, nu poate fi executată sâmbătă."

„De ce?" întreabă judecătorul.

„Pentru că, de vreme ce sentinţa trebuie pusă în aplicare până sâmbătă, în cazul în care se ajunge până sâmbătă, voi şti cu siguranţă că urmează să fiu executat în ziua respectivă şi prin urmare nu va mai fi o surpriză."

„Cred că ai dreptate", replică judecătorul. „Nu poţi să fii executat sâmbătă. Dar tot nu văd de ce eşti uşurat."

„Păi, dacă am scos complet din discuţie ziua de sâmbătă, atunci nu pot fi executat nici vineri."

„De ce?" întreabă judecătorul, cam încet la minte.

„Am convenit că nu pot fi executat sâmbătă şi prin urmare vineri este ultima zi în care mai pot fi executat. Dar, dacă vine ziua de vineri, voi şti că o să fiu executat cu siguranţă în ziua respectivă şi prin urmare nu ar mai fi o surpriză. Aşa că nu pot fi executat vineri."

„Înţeleg", spune judecătorul.

„Prin urmare, ultima zi în care pot să fiu executat ar fi joi. Dar, dacă ajung până joi, ştiu că o să fiu executat în ziua aceea şi astfel nu va mai fi o surpriză. Aşa că şi joi iese din discuţie. După aceeaşi logică, putem elimina zilele de miercuri, marţi, luni şi de azi."

Judecătorul se scarpină în creştet, în timp ce încrezătorul cartofor este dus înapoi în celula închisorii.

Povestea are şi un epilog. Joi, cartoforul este dus la execuţie. Şi e foarte surprins. Aşa că ordinul judecătorului este executat cu succes.

Aceasta este versiunea mea pentru ceea ce a devenit cunoscut drept „paradoxul lui Russell", după numele lui Bertrand Russell, ultimul om, poate, care a avut realizări majore şi în matematică, şi în filosofie. Dacă analizăm această poveste, vedem că acele condiţii stabilite de judecător se concretizează în concluzia că niciuna dintre zile nu este corespunzătoare deoarece, după cum cu foarte multă abilitate subliniază condamnatul, niciuna dintre ele nu ar mai reprezenta o surpriză. Însă concluzia însăşi schimbă situaţia, iar de-acum surpriza devine din nou posibilă. Aceasta ne readuce la situaţia iniţială, în care condamnatul putea să demonstreze (teoretic) că fiecare zi luată în parte ar fi fost imposibilă şi tot aşa, la infinit. Judecătorul aplică „soluţia lui Alexandru", prin care Alexandru cel Mare a tăiat Nodul Gordian.

Un exemplu mai simplu şi cel cu care s-a luptat de fapt Russell stă în următoarea întrebare referitoare la mulţimi. Mulţimea este o construcţie matematică ce reprezintă, după cum sugerează şi numele, o colecţie de lucruri. O mulţime poate să însumeze scaune, cărţi, autori, cartofori, numere, alte mulţimi, pe ele însele şi orice. Acum gândeşte-te la mulţimea A, care este definită de faptul că conţine toate mulţimile care nu sunt membre ale lor însele. Mulţime A se conţine şi pe sine?

Gândindu-ne la această celebră problemă, ne dăm seama că există doar două răspunsuri posibile: Da şi Nu. Prin urmare, putem să le încercăm pe ambele (ceea ce nu este cazul pentru majoritatea problemelor din matematică). Aşa că hai să-l analizăm pe Da. Dacă răspunsul este Da, atunci mulţimea A se conţine pe sine. Dar dacă mulţimea A se conţine pe sine, atunci, potrivit definiţiei, mulţimea A nu poate fi definită ca aparţinând mulţimii A şi, prin urmare, nu îşi aparţine sieşi. Deoarece răspunsul Da conduce la o contradicţie, trebuie să fie greşit.

Aşa că hai să-l încercăm pe Nu. Dacă răspunsul este Nu, atunci mulţimea A nu se conţine pe sine. Dar din nou, potrivit condiţiei din definiţie, dacă mulţimea A nu îşi aparţine sieşi, atunci ar aparţine mulţimii A, ceea ce reprezintă o altă contradicţie. La fel ca în cazul poveştii cartoforului, avem propoziţii incompatibile care se implică reciproc. Da implică Nu, ceea ce duce la Da şi aşa mai departe.

Poate că nu pare cine ştie ce mare lucru, dar, după părerea lui Russell, problema ameninţa însăşi fundamentele matematicii. Matematica se bazează pe conceptul de mulţimi, iar subiectul includerii (respectiv ce anume aparţine unei mulţimi) este esenţial pentru această idee. Definiţia unei mulţimi A pare să fie rezonabilă. Întrebarea dacă mulţimea A îşi aparţine sieşi pare de asemenea rezonabilă. Dar, cu toate acestea, avem dificultăţi în găsirea unui răspuns rezonabil la această întrebare. Matematica se afla într-o mare încurcătură.

Russell a cântărit această dilemă vreme de mai mult de un deceniu, aproape epuizându-se pe sine şi distrugând cel puţin o căsnicie, dar în cele din urmă a găsit un răspuns. Pentru asta, a inventat echivalentul unui computer teoretic (deşi nu cu acest nume). „Computerul" lui Russell este o maşină logică şi implementează câte o transformare logică o dată, fiecare necesitând o cuantă de timp – aşa că lucrurile nu se petrec brusc. Întrebarea noastră referitoare la mulţimea A este examinată într-o manieră ordonată. Russell recurge la computerul lui teoretic (care, neavând un computer real, rula exclusiv în capul lui), iar operaţiile logice sunt „executate" pe rând. Aşadar, la un moment dat, răspunsul este Da, dar programul continuă să ruleze, iar după câteva cuante de timp, răspunsul devine Nu. Programul funcţionează într-o buclă infinită, alternând permanent între Da şi Nu.

Însă răspunsul nu este niciodată Da şi Nu în acelaşi timp!

Eşti impresionat? Ei bine, Russell a fost foarte mulţumit. Eliminarea posibilităţii ca răspunsul să fie Da sau Nu în acelaşi timp a salvat matematica. Iar cu ajutorul prietenului şi fostului tutore Alfred North Whitehead, Russell a reformulat întreaga matematică în termenii noii sale teorii a mulţimilor şi logicii, publicând rezultatele în cartea lor *Principia Mathematica*, în anul 1910-1913. Merită subliniat faptul că în general conceptul de computer, teoretic sau altfel, nu era bine înţeles la vremea respectivă. Eforturile din secolul al nouăsprezecelea ale lui Charles Babbage, care sunt discutate în Capitolul 4, erau în mare parte necunoscute la vremea respectivă. Nu este clar dacă Russell era la curent cu eforturile lui Babbage. Cercetările deosebit de influente şi revoluţionare ale lui Russell au inventat o teorie logică a computaţiei şi au reinstituit matematica drept una dintre ramurile sale. Matematica făcea de-acum parte din computaţie.

Russell şi Whitehead nu au vorbit explicit despre computere, însă şi-au exprimat ideile în terminologia matematică a teoriei mulţimilor. Au lăsat pe seama lui Turing crearea primului computer teoretic în anul 1936, prin a sa maşină Turing (vezi Nota 16 în continuare).

Alfred N. Whitehead şi Bertrand Russell, *Principia Mathematica*, 3 vol., ediţia a doua (Cambridge: Cambridge University Press, 1925-1927). (Prima ediţie a fost publicată în 1910, 1912 şi 1913.)

Paradoxul lui Russell a fost lansat pentru prima oară în cartea lui Bertrand Russell, *Principles of Mathematics* (Reprint, New York: W.W. Norton & Company, 1996), ediţia a doua, 79-81. Paradoxul lui Russell este o variantă subtilă a Paradoxului Mincinosului. Vezi E.W. Beth, *Foundations of Mathematics* (Amsterdam: North Holland, 1959), pag. 485.

9. „Heuristic Problem Solving: The Next Advance in Operations Research", *Journal of the Operations Research Society of America* 6, nr. 1 (1958), reprodusă în cartea lui Herbert Simon, *Models of Bounded Rationality*, vol. 1, Economic Analysis and Public Policy (Cambridge, MA: MIT Press, 1982).

10. „A Mean Chess-Playing Computer Tears at the Meaning of Thought", *New York Times*, 19 februarie 1996, cuprinde reacţiile lui Garry Kasparov şi ale mai multor gânditori notabili referitoare la ramificaţiile înfrângerii campionului mondial la şah de către computerul Deep Blue.

11. Daniel Bobrow, „Natural Language Input for a Computer Problem Solving System", în Marvin Minsky, *Semantic Information Processing*, pp. 146-226.

12. Thomas Evans, „A Program for the Solution of Geometric-Analogy Intelligence Test Questions", în Marvin Minsky, ed., *Semantic Information Processing* (Cambridge, MA: MIT Press, 1968), pp. 271-353.

13. Robert Lindsay, Bruce Buchanan, Edward Feigenbaum şi Joshua Lederberg descriu DENDRAL în *Applications of Artificial Intelligence for Chemical Inference: The DENDRAL Project* (New York: McGraw-Hill, 1980). Pentru o scurtă şi clară explicitare a mecanismelor esenţiale care stau la baza proiectului DENDRAL, vezi Patrick Winston, *Artificial Intelligence* (1984), pp. 163-164, 195-197.

14. Timp de mulţi ani, SHRDLU a fost citat ca realizare de prim rang în domeniul inteligenţei artificiale. Winograd îşi prezintă cercetările în teza sa, *Understanding Natural Language* (New York: Academic

Press, 1972). O versiune scurtă apare sub titlul „A Procedural Model of Thought and Language", în cartea lui Roger Schank şi Kenneth Colby, eds., *Computer Models of Thought and Language* (San Francisco: W.H. Freeman, 1973).

15. Haneef A. Fatmi şi R.W. Young, „A Definition of Intelligence", *Nature* 228 (1970): 91.

16. Alan Turing a arătat că baza esenţială a computaţiei poate fi modelată cu o maşină teoretică foarte simplă. El a creat primul computer teoretic în anul 1936 (lansat în articolul lui Alan M. Turing „On Computable Numbers with an Application to the Entschemungs Problem", *Proc. London Math. Soc.* 42 [1936]: 230-265) într-un concept eponim denumit maşina Turing. Ca în cazul multor realizări ale lui Turing, acesta avea să aibă atât primul, cât şi ultimul cuvânt. Maşina Turing reprezenta fundamentul teoriei computaţionale moderne. De asemenea, s-a păstrat ca model teoretic primar de computer, datorită combinaţiei sale de simplitate şi putere.

Maşina Turing este un exemplu al simplităţii fundamentului inteligenţei. Ea constă din două unităţi principale (teoretic): o unitate de stocare pe bandă şi o unitate de calcul. Unitatea de stocare conţine o bandă de o lungime infinită pe care se poate scrie şi (ulterior) se poate citi o serie de două simboluri: zero şi unu. Unitatea de calcul constă într-un program care este format dintr-o succesiune de comenzi bazate pe doar şapte operaţii posibile:

- Citirea benzii
- Mutarea benzii la stânga cu un simbol
- Mutarea benzii la dreapta cu un simbol
- Scrierea simbolului 0 pe bandă
- Scrierea simbolului 1 pe bandă
- Saltul la o altă comandă
- Oprire.

Turing a putut să arate că această maşină extrem de simplă putea să calculeze orice, indiferent de complexitate. Dacă o maşină Turing nu putea rezolva o problemă, atunci problema nu putea fi soluţionată de nicio altă maşină. Ocazional, această poziţie este ameninţată, dar în mare măsură a rezistat testului timpului.

În aceeaşi lucrare, Turing comunică o altă descoperire neaşteptată, respectiv a problemelor insolvabile. Este vorba despre probleme bine

definite, cu răspunsuri unice, despre care se poate demonstra că există, dar se poate demonstra și că nu pot fi calculate de o mașină Turing – respectiv de nicio mașină, deși reversul l-a reprezentat încrederea manifestată în secolul al nouăsprezecelea că problemele care pot fi definite pot fi în cele din urmă și rezolvate. Turing a arătat că există la fel de multe probleme insolvabile ca și cele solvabile.

Turing și Alonzo Church, fostul lui profesor, au mers mai departe și au afirmat ceea ce a devenit teza Church-Turing: dacă o problemă care poate fi prezentată unei mașini Turing nu poate fi rezolvată de către aceasta, atunci nu poate fi rezolvată nici de gândirea umană. Interpretările „dure" ale tezei Church-Turing propun o echivalență esențială între ceea ce poate gândi sau ști un om și ceea ce este computabil de către o mașină. Teza Church-Turing poate fi considerată o reformulare în termeni matematici a uneia dintre tezele principale ale lui Wittgenstein, din al său *Tractatus*. Ideea fundamentală este că creierul uman e supus legii naturale și, prin urmare, capacitatea lui de procesare a informațiilor nu o poate depăși pe cea a unei mașini. Suntem astfel lăsați în situația paradoxală de a putea defini o problemă, de a demonstra că există un răspuns unic și de a ști totuși că acest răspuns nu poate fi cunoscut niciodată.

Probabil cea mai interesantă problemă insolvabilă se numește *busy beaver* și poate fi formulată după cum urmează: fiecare mașină Turing are un anumit număr de comenzi în program. Dacă se dă un număr *n* pozitiv, construim toate mașinile Turing care au *n* stări (respectiv *n* comenzi). Pe urmă eliminăm acele mașini Turing cu *n* stări care intră într-o buclă infinită (respectiv care nu se opresc niciodată). În cele din urmă, alegem mașina (una ce se oprește) care scrie pe banda sa cel mai mare număr de 1. Numărul de 1 pe care îl scrie această mașină Turing se numește *busy beaver* de *n*.

Tibor Rado, matematician și admirator al lui Turing, a arătat că nu există niciun algoritm (respectiv nicio mașină Turing) care poate să computeze funcția *busy beaver* pentru toate *n*-urile. Dificultatea problemei constă în identificarea acelor mașini Turing cu *n* stări care intră în bucle infinite. Dacă programăm o mașină Turing să genereze și să simuleze toate mașinile Turing posibile cu *n* stări, însuși acest simulator intră într-o buclă infinită atunci când încearcă să simuleze una dintre mașinile Turing cu *n* stări care intră într-o buclă infinită. Funcția *busy beaver*

poate fi computată pentru unele valori ale lui *n* şi, fapt interesant, este de asemenea o problemă de nerezolvat să separi *n*-urile pentru care putem determina funcţiile *busy beaver* de *n* de cele pentru care nu le putem determina.

Busy beaver este o „funcţie inteligentă". Mai exact spus, este o funcţie care necesită o inteligenţă de computare din ce în ce mai mare pentru tot mai mulţi factori. Pe măsură ce mărim *n*, creşte complexitatea proceselor necesare pentru computarea funcţiei *busy beaver* de *n*.

Pentru $n = 6$, avem de-a face cu adunarea, iar funcţia *busy beaver* de 6 este egală cu 35. Cu alte cuvinte, adunarea este cea mai complexă operaţie pe care o poate realiza o maşină Turing cu numai 6 paşi în program. Pentru 7, funcţia *busy beaver* învaţă să efectueze înmulţiri, iar funcţia *busy beaver* de 7 este egală cu 22.961. Pentru 8, *busy beaver* poate creşte exponenţial, iar numărul de 1 pe care îl scrie pe bandă un *busy beaver* de opt este de aproximativ 10^{43}. Observă că este vorba despre o creştere mai rapidă chiar decât în cazul Legii lui Moore. Până ajungem la 10, avem nevoie de o notaţie exotică în care intră o mulţime de exponenţi (10 la puterea 10 la puterea 10 etc.) al căror ordin este determinat de o altă mulţime de exponenţi, al căror ordin este determinat de o altă mulţime de exponenţi şi aşa mai departe. Pentru un *busy beaver* de 12, avem nevoie de o notaţie chiar şi mai exotică. Inteligenţa umană (în termeni de complexitate a operaţiilor matematice pe care le putem înţelege) este demult depăşită înainte ca *busy beaver* să ajungă la 100. Computerele secolului XXI se vor descurca mai bine. Problema *busy beaver* este un exemplu de clasă numeroasă de funcţii noncomputabile, după cum se poate vedea din Tibor Rado, „On Noncomputable Functions", *Bell System Technical Journal* 41, no. 3 (1962): 877-884.

17. Raymond Kurzweil, *Era maşinilor inteligente* (Cambridge, MA: MIT Press, 1990), pp. 132-133.

18. H.J. Berliner, „Backgammon Computer Program Beats World Champion", *Artificial Intelligence* 14, nr. 1 (1980). De asemenea, vezi Hans Berliner, „Computer Backgammon", *Scientific American* , iunie 1980.

19. Pentru descărcarea Poetului Cibernetic al lui Ray Kurzweil, mergi la pagina: <http://www.kurzweiltech.com>. RKCP este discutat mai pe larg în secţiunea *Maşina creativă* din Capitolul 8, „1999".

20. Vezi discuţia pe marginea acestor programe de compoziţie muzicală în secţiunea *Maşina creativă* din Capitolul 8, „1999".

21. Vezi W.S. Sarle, ed., „Neural Network Frequently Asked Questions", <ftp://ftp.sas.com/pub/neural/FAQ.html>. Acest website conține numeroase resurse referitoare la cercetările anterioare și actuale pe tema rețelelor neuronale. Articolul lui G.E. Hinton „How Neural Networks Learn from Experience", din numărul pe luna septembrie 1992 al revistei *Scientific American* (144-151), oferă de asemenea o bună introducere în subiectul rețelelor neuronale.

22. Cercetătorii din cadrul inițiativei Productivity from Information Technology (PROFIT) din cadrul MIT au studiat eficacitatea rețelelor neuronale în înțelegerea scrisului de mână.

Inițiativa PROFIT are sediul la Facultatea de Management Sloan din cadrul MIT. Misiunea inițiativei constă în studierea modului în care este folosită tehnologia informației în sectoarele public și privat. Rezumate ale lucrărilor de cercetare și ale altor cercetări pe tema rețelelor neuronale și documentare pot fi găsite la adresa <http://scanner- group.mit. edu/papers.html>.

23. „Compania Miros, Inc. are sediul în Wellesley, Massachusetts și este specializată în realizarea de software pentru recunoașterea facială. Printre produsele Miros se numără Trueface PC, prima soluție de recunoaștere facială pentru securitatea computerelor, rețelelor și datelor; și Trueface Gatewatch, o soluție completă hardware/software de securitate care permite și interzice accesul în clădiri și încăperi prin recunoașterea automată a imaginii chipului unei persoane, înregistrată cu o cameră video. Din informațiile despre Compania Miros, de la adresa <http:// www.miros.com/About_Miros.htm>.

24. Pentru mai multe informații despre capacitatea programului Brainmaker de diagnosticare a afecțiunilor și de anticipări Standard and Poor 500 pentru LBS Management, vezi pagina companiei California Scientific la adresa <http://www.calsci.com/>.

25. Timpul de resetare menționat aici este o valoare estimată pentru operațiile neuronale. De exemplu, Vadim Gerasimov estimează vârful de frecvență al excitației neuronilor (care depășește semnificativ rata medie) la 2.502.000 Hz (intervale de 0,5-4 ms) în „Information Processing in the Human Body", la adresa <http://vadim.www.media. mit.edu/MAS862/Project.html>. Timpul de excitație este afectat de mai multe variabile, inclusiv, de exemplu, de nivelul și durata unui sunet, după cum se arată în Jos. J. Eggermont, „Firing Rate and Firing

Synchrony Distinguish Dynamic from Steady State Sound", *Neuroreport* 8, issue 12, 2.709-2.713.

26. Hugo de Garis are un website referitor la cercetările sale pentru ATRS Brain Builder Group la adresa <http://www.hip.atr.co.jp/~degaris/>.

27. Pentru o relatare incitantă a acestor cercetări, citeşte cartea lui Carver Mead, *Analog VSLI and Neural Systems* (Reading, MA: Addison-Wesley, 1989), 257-278. Legăturile sinaptice sunt scoase în evidenţă pe scurt în articolul lui Carol Levin, „Here's Looking at You", *PC Magazine* (20 decembrie 1994): 31. Website-ul lui Carver Mead oferă informaţii detaliate referitoare şi la aceste cercetări în articolul „Physics of Computation – Carver Mead' s Group" la adresa <htt p://www.pcmp.caltech.edu/>.

28. Institutul SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence – Căutarea inteligenţelor extraterestre) desfăşoară cercetări pe marginea altor semne de viaţă în Univers, scopul său principal fiind căutarea inteligenţelor extraterestre. Institutul este o organizaţie de cercetări nonprofit, finanţată de agenţii guvernamentale, fundaţii şi persoane private, la rândul său asigurând finanţarea pentru câteva zeci de proiecte. Pentru mai multe informaţii, vezi website-ul Institutului SETI la adresa <http://www.seti.org>.

29. Autorul dictează părţi din această carte computerului, prin intermediul programului de recunoaştere a vorbirii continue intitulat Voice Xpress Plus, al diviziei de dictare a companiei Lernout & Hauspie (fostă Kurzweil Applied Intelligence). Vezi Nota 9 referitoare la Voice Xpress Plus, de la Capitolul 2, pentru mai multe informaţii.

30. Pentru a afla mai multe despre achiziţia de către State Street Global Advisor a unui pachet majoritar de acţiuni al Advanced Investment Technologies, citeşte articolul lui Frank Byrt „State Street Global Invests in Artificial Intelligence", *Dow Jones Newswires*, 29 octombrie 1997. Sistemul bazat pe un algoritm genetic, folosit de fondul mutual AIT, este descris în articolul lui S. Mahfoud şi G. Mani „Financial Forecasting Using Genetic Algorithms", *Applied Artificial Intelligence* 10 (1996): 543-565. Fondul mutual AIT Vision s-a deschis la începutul anului 1996 şi are cifre publice referitoare la performanţe. În cursul primului an calendaristic complet (1996), fondul mutual a înregistrat o creştere de 27,2 la sută în valoarea netă a aseturilor, faţă de procentul de referinţă de 21,2 la sută, anticipat de indicele Russell 3000.

Trebuie să subliniem că depășirea indicelui anticipat nu este ca atare o dovadă a nivelului superior de luare a deciziilor. Este posibil ca algoritmul să fi efectuat investiții cu riscuri mai ridicate (pe medie) decât media indicelui.

31. Există numeroase resurse online referitoare la algoritmii genetici evolutivi de computație și evoluție. Unul dintre cei mai buni este „The Hitchhiker's Guide to Evolutionary Computation: A List of Frequently Asked Questions (FAQ)", editat de Jorg Heitkotter și David Beasley, la adresa <http://www.cs.purdue.edu/coast/archive/clife/FAQ/www/>. Acest ghid cuprinde totul, de la un glosar la linkurile a diverse grupuri de documentare. O altă resursă utilă este website-ul Institutului Santa Fe. Website-ul poate fi accesat la adresa <http://www.santafe.edu>.

Pentru o introducere online în domeniul algoritmilor genetici, citește articolul lui John Holland „Genetic Algorithms", *Scientific American* 267, nr. 1 (1992): 66-72. Cum am menționat în Nota 22 din Capitolul 1, Holland și colegii săi de la Universitatea din Michigan au dezvoltat algoritmi genetici în anii 1970.

Pentru mai multe informații asupra utilizării tehnologiei algoritmilor genetici pentru gestionarea dezvoltării și fabricației la camioane Volvo, citește articolul lui Srikumar S. Rao, „Evolution at Warp Speed", *Forbes* 161, nr. 1 (12 ianuarie 1998): 82-83. Vezi de asemenea Nota 22 referitoare la complexitate de la Capitolul 1.

32. Vezi „Information Processing in the Human Body" de Vadim Gerasimov, la adresa <http://vadim.www.media.mit.edu/MAS862/Project.html>.

33. Vezi „Information Processing in the Human Body," de Vadim Gerasimov, la adresa <http://vadim.www.media.mit.edu/MAS862/Project.html>.

34. Am înființat Kurzweil Applied Intelligence (Kurzweil AI) în anul 1982. Actualmente, compania este subsidiara Lernout & Hauspie Speech Products (L&H), lider internațional în dezvoltarea tehnologiilor verbale și lingvistice și a aplicațiilor și produselor asociate lor. Pentru mai multe informații referitoare la aceste produse de recunoaștere a vorbirii, vizitează adresa <http://www.lhs.com/dictation/>.

Capitolul 5: Context şi cunoaştere

1. Victor L. Yu, Lawrence M. Fagan, S.M. Wraith, William Clancey, A. Carlisle Scott, John Hannigan, Robert Blum, Bruce Buchanan şi Stanley Cohen, „Antimicrobial Selection by Computer: A Blinded Evaluation by Infectious Disease Experts", *Journal of the American Medical Association* 242, nr. 12 (1979): 1.279-1.282.

2. Pentru o introducere în dezvoltarea sistemelor expert şi a diverselor utilizări ale lor în diverse companii, citeşte: Edward Feigenbaum, Pamela McCorduck şi Penny Nii, *The Rise of the Expert Company* (Reading, MA: Addison-Wesley, 1983).

3. William Martin, Kenneth Church şi Ramesh Patil, „Preliminary Analysis of a Breadth-First Parsing Algorithm: Theoretical and Experiential Results", MIT Laboratory for Computer Science, Cambridge MA, 1981. În acest document, Church citează propoziţia sintetică:

> „Numărul de produse de produse de produse de produse de produse de produse de produse de produse?" ca având 1.430 de interpretări corecte din punct de vedere sintactic.

El citează următoarea propoziţie:

> „Care număr de produse de produse de produse de produse de produse de produse de produse de produse de produse a fost numărul de produse de produse de produse de produse de produse de produse de produse de produse?" ca având 1.430 x 1.430 = 2.044.900 de interpretări.

4. La aceste aspecte teoretice şi la altele ale lingvisticii computaţionale se referă Mary D. Harris în cartea sa *Introduction to Natural Language Processing* (Reston, VA: Reston Publishing Co., 1985).

Capitolul 6: Construirea noilor creiere...

1. Este posibil ca Hans Moravec să prezinte această argumentaţie în cartea sa din 1998, *Robot: Mere Machine to Transcendent Mind* (Oxford University Press; încă nu este disponibilă în acest moment).

2. O sută cincizeci de milioane de operaţii pe secundă pentru un computer personal din 1998 dublându-se de douăzeci şi şapte de ori până în anul 2025 (asta implică atât numărul componentelor, cât şi viteza fiecărei componente la fiecare doi ani) înseamnă aproximativ 20

de milioane de miliarde de operații pe secundă. În 1998, este nevoie de operații multiple pe un computer personal pentru simularea unei operații pe conexiuni neuronale simulate. Pe de altă parte, până în 2020, computerele vor fi optimizate pentru operații pe conexiuni neuronale (și pentru celelalte operații înalt repetitive necesare pentru simularea funcțiilor neuronale). A se observa că operațiile pe conexiuni neuronale sunt mai simple și mai regulate decât operațiile de scop general de pe un computer personal.

3. Cinci miliarde de biți la 1.000 de dolari în 1998 se vor dubla de șaptesprezece ori până în anul 2023, ceea ce înseamnă în jur de un milion de miliarde de biți la 1.000 de dolari în anul 2023.

4. Obiectivele companiei NEC de a construi un supercomputer cu o performanță maximă de peste 32 de teraflopi este menționată în „NEC Begins Designing World's Fastest Computer", *Newsbytes News Network*, 21 ianuarie 1998, localizat online la adresa <http://www.nbpacifica.com/headline/necbeginsdesigningwo_1208.shtml>.

În 1998, IBM a fost una dintre cele patru companii alese pentru a participa la *Pathforward*, o inițiativă a Departamentului Energiei de dezvoltare a supercomputerelor pentru secolul XXI. Alte companii implicate în proiect sunt Digital Equipment Corporation, Sun Microsystems, Inc. și Silicon Graphics/Cray Computer Systems (SGI/Cray).

Pathforward face parte din *Accelerated Strategic Computing Initiative (ASCI)*. Pentru mai multe informații cu privire la această inițiativă, vezi <http://www.llnl.gov/asci>.

5. Prin îmblânzirea îmbunătățirii accelerate a densității componentelor și a vitezei componentelor, puterea computerelor se va dubla la fiecare douăsprezece luni sau cu un factor de o mie la fiecare zece ani. Pe baza proiecțiilor pentru 1.000 de dolari, ca fiind egală cu capacitatea de procesare a creierului uman (20 de milioane de miliarde de operații pe secundă) până în anul 2020, obținem o proiecție a capacității de operare în valoare de 1.000 de dolari egală cu un milion de creiere umane în anul 2040, cu un miliard de creiere umane în 2050 și cu o mie de miliarde de creiere umane în 2060.

6. Până în 2099, o capacitate de operare în valoare de 1.000 de dolari va fi de 10^{24} ori mai mare decât capacitatea de procesare a creierului uman. Pe baza unei estimări de 10 miliarde de persoane, aceasta înseamnă de 10^{14} ori capacitatea de procesare a tuturor creierelor

oamenilor. Astfel, o capacitate de computaţie în valoare de un penny va reprezenta de 10^9 (un miliard) de ori capacitatea de procesare a tuturor creierelor umane.

7. În teoriile Echilibrului Punctual, evoluţia este percepută ca progresând în salturi bruşte, urmate de perioade de relativă stabilitate. Fapt interesant, adeseori observăm un comportament similar în performanţa algoritmilor evolutivi (vezi Capitolul 4).

8. Dean Takahashi, „Small Firms Jockeying for Position in 3D Chip Market", *Knight- Ridder/Tribune News Service*, 21 septembrie 1994, p. 0921K4365.

9. Întregul număr din februarie 1998 al revistei *Computer* (vol. 31, nr. 2) explorează statutul computaţiei optice şi al metodelor de stocare optică.

Sunny Bains scrie despre companii care folosesc computarea optică pentru recunoaşterea amprentelor şi pentru alte aplicaţii în „Small, Hybrid Digital/Electronic Optical Correlators Ready to Power Commercial Products: Optical Computing Comes into Focus", *EE Times*, 26 ianuarie 1998, numărul 990. Acest articol apare online la adresa <http://www.techweb.com/se/directlink.cgi?EET19980126S0019>.

10. Pentru o introducere nontehnică în domeniul computaţiei ADN, citeşte Vincent Kiernan, „DNA-Based Computers Could Race Past Supercomputers, Researchers Predict", în cartea *Chronicle of Higher Education* (28 noiembrie 1997). Kiernan discută cercetările dr. Robert Corn de la Universitatea Wisconsin, precum şi cercetările dr. Leonard Adleman.

Acest articol poate fi accesat online la adresa <http://chronicle.com/data/articles.dir/art- 44.dir/issue- 14.dir/14ao2301:htm>.

Cercetările de la Universitatea Wisconsin pot fi accesate online la adresa <http://corninfo.chem.wisc.edu/writings/DNACOMPUTING.html>.

Articolul lui Leonard Adlenians „Molecular Computation of Solutions to Combinatorial Problems", din numărul din 11 noiembrie 1994 al revistei *Science* (vol. 266, p. 1021), oferă un rezumat tehnic al concepţiei sale de programare ADN pentru computere.

11.Cercetările lui Lambertus Hesselink sunt relatate de Phillip F. Schewe şi Ben Stein în *Physics News Update* (nr. 219; 28 martie 1995). Descrierea este disponibilă online la adresa <http://www.aip.org/enews/physnews/1995/split/pnu219-2.htm>.

12. Pentru informații despre nanotuburi și corpuri spațiale din atomi de carbon, citește articolul lui Janet Rae-Dupree „Nanotechnology Could Be Foundation for Next Mechanical Revolution", *Knight-Ridder/Tribune News Service*, 17 decembrie 1997, p. 1.217K1.133.

13. Cercetările dr. Sumio Iijima pe tema nanotuburilor sunt rezumate în următorul articol de pe site-ul NEC, <http://www.labs.nec.co.jp/rdletter/letter01/index1.html>.

14. Cercetările lui Isaac Chuang și Neil Gershenfeld sunt comunicate în articolul „Cue the Qubits: Quantum Computing", *The Economist* 342, nr. 8.005 (22 februarie 1997): 91-92 și într-un articol semnat de Dan Vergano, „Brewing a Quantum Computer in a Coffee Cup", *Science News* 151, nr. 3 (18 ianuarie 1997): 37. Mai multe detalii tehnice și o listă a lucrărilor publicate de Chuang și Gershenfeld poate fi găsită pe site-ul Physics and Media Group/MIT Media Lab <http://physics.www.media.mit.edu/publications/> și al Los Alamos National Laboratory <http://qso.lanl.gov/qc/>.

Alte grupuri care lucrează la computația cuantică includ grupul Information Mechanics de la Laboratorul pentru Știința Computerelor de la MIT <http://www- im.lcs.mit.edu/> și Grupul de Computație Cuantică de la IBM <http://www.research.ibm.com/quantuminfo/>.

15. „Student Cracks Encryption Code", *USA Today Tech Report*, 2 septembrie 1997.

16. Mark Buchanan, „Light's Spooky Connections Set Distance Record", *New Scientist*, 28 iunie 1997.

17. Roger Penrose, *The Emperor's New Mind* (New York: Penguin USA, 1990).

18. Pentru înțelegerea conceptului de *tunneling*, este important să pricepem cum funcționează tranzistorii de pe un cip integrat. Cipul integrat este gravat cu circuite formate din mii sau milioane de tranzistori, fiind folosit de dispozitivele electronice pentru coontrolul circulației electricității. Tranzistorii sunt formați dintr-un mic bloc de semiconductor, un material care funcționează și ca un izolator, și ca un conductor de electricitate. Primii tranzistori au fost confecționați din germaniu, iar ulterior s-a trecut la siliciu.

Tranzistorii funcționează prin menținerea unui tipar de sarcină electrică, permițând ca tiparul sarcinii să se modifice de milioane de ori într-o secundă. Tunneling-ul se referă la capacitatea electronilor (mici

particule care se rotesc în jurul nucleului atomului) de a se deplasa sau a „trece" prin siliciu. Se spune că electronii realizează această trecere prin barieră ca rezultat al incertitudinii cuantice în privinţa părţii barierei în care se află de fapt.

19. Fragmentele de cunoaştere ar fi mai mari decât numărul de cuvinte distincte, deoarece cuvintele sunt folosite nu doar într-un mod şi au mai mult de un sens. Fiecare sens sau utilizare diferită a unui cuvânt este adeseori numită „sens" al cuvântului. Este posibil ca Shakespeare să fi folosit peste 100.000 de sensuri ale cuvintelor.

20. Citat din Douglas R. Hofstadter, *Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid* (New York: Basic Books, 1979).

21. Michael Winerip, „Schizophrenia's Most Zealous Foe", *New York Sunday Times*, 22 februarie 1998.

22. Scopul Proiectului Uman Vizibil este să creeze imagini tridimensionale înalt detaliate ale corpului de bărbat şi de femeie. Proiectul colecţionează imagini de tomografie computerizată transversală, RMN şi criosecţiune. Website-ul este localizat la adresa <http://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible human.html>.

23. Cercetătorii Mark Habener, Doron Shoham, Amiram Grinvald şi Tobias Bonhoeffer şi-au publicat cercetările de imagistică optică în „Spatial Relationships among Three Columnar Systems in Cat Area 17", *Journal of Neuroscience* 17 (1997): 9.270-9.284.

Mai multe informaţii pe această temă şi pe marginea altor cercetări de imagistică cerebrală se află pe website-ul Institutului Weizmann <http://www.weizmann.ac.il> şi pe website-ul lui Amiram Grinvald <http://www.weizmann.ac.il/brain/grinvald/grinvald.htm>.

24. Lucrarea dr. Benebid şi a altor cercetători este rezumată într-un articol online intitulat „Neural Prosthetics Come of Age as Research Continues", semnat de Robert Finn, *The Scientist* II, nr. 19 (29 septembrie 1997): 13, 16. Acest articol poate fi găsit la adresa <http://www.the-scientist.library.upenn.edu/yr1997/sept/research_970929.html>.

25. Dintr-un interviu telefonic din aprilie 1998 acordat autorului de către dr. Trosch.

26. Cercetările dr. Rizzo sunt trecute în revistă şi în articolul lui Finn „Neural Prosthetics Come of Age as Research Continues".

27. Pentru a citi mai multe despre „tranzistorul neuronal", vizitează website-ul Departamentului de Membrane și Neurofizică al Institutului de Biochimie Max Planck, <http://mnphys.biochem.mpg.de/>.

28. Robert Finn, „Neural Prosthetics Come of Age as Research Continues".

29. Cercetările lui Carver Mead sunt prezentate la adresa <http://www.pcmp.caltech.edu/>.

30. W.B. Yeats, „Sailing to Byzantium", din *Poezii alese și două piese de William Butler Yeats*, carte editată de M.L. Rosenthal (New York: Macmillan, 1966).

Capitolul 7: ...și corpuri

1. Herbert Dreyfus este bine cunoscut pentru criticile sale la adresa Inteligenței Artificiale din cartea sa *What Computers Can't Do: The Limits of Artificial Intelligence* (New York: Harper and Row, 1979). Alți teoreticieni care pot fi considerați ca pronunțându-se în sprijinul perspectivei mintea-de-dincolo-de-mașină sunt J.R. Lucas și John Searle. Vezi articolul lui J.R. Lucas „Minds, Machines and Gödel", *Philosophy* 36 (1961): 12-124 și articolul lui John Searle, „Mind, Brains, and Programs", *The Behavioral and Brain Sciences* 3 (1980): 417-424. De asemenea, vezi cartea mai recentă a lui Searle, *The Rediscovery of the Mind* (Cambridge, MA: MIT Press, 1992).

2. „Cercetătorii conduși de dr. Clifford Steer de la Facultatea de Medicină a Universității Minnesota comunică în numărul curent din *Nature Medicine* că au eliminat nevoia de virusuri prin controlul proceselor de reparație proprii organismului. În cadrul unui experiment fundamental de demonstrare a conceptului, echipa de la Minnesota a modificat definitiv o genă de coagulare a sângelui în 40 la sută dintre celulele hepatice ale unui grup de șobolani. Cercetătorii au început prin a insera fragmentul ADN într-o porțiune de ARN. Pe urmă au inclus molecula-hibrid într-un înveliș protector, au înfășurat-o într-o rețea de zaharuri care caută celulele hepatice și au injectat-o șobolanilor de laborator. Potrivit planului, moleculele hibride și-au atins gena vizată și s-au lipit de ea. O enzimă din celulele hepatice proprii ale șobolanului a făcut restul: de câte ori identifica un ADN dereglat, pur și simplu înlătura ADN-ul nociv, înlocuindu-l. Trucul este să se arate că o să funcționeze și pentru

alte țesuturi – și alte specii." Din „DNA Therapy: The New, Virus-Free Way to Make Genetic Repairs", *Time*, 16 martie 1998.

3. Hans Moravec, *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1988), p. 108.

4. Comentariile lui Ralph Merkle pe tema nanotehnologiei pot fi găsite într-un rezumat de pe website-ul său de la Centrul de Cercetări Xerox din Palo Alto, <http://sandbox.xerox.com/nano>. Site-ul conține link-uri către articole importante de nanotehnologie, cum ar fi prelegerea lui Richard Feynman din 1959 și dizertația lui Eric Drexler, precum și link-uri către diverse centre de cercetări care se concentrează pe nanotehnologii.

5. Richard Feynman și-a prezentat aceste idei în 29 decembrie 1959, în cadrul întâlnirii anuale a Societății Americane de Fizică de la Institutul Tehnologic din California (Cal Tech). Prelegerea lui a apărut pentru prima oară în numărul din luna februarie 1960 a publicației *Engineering and Science* de la Cal Tech. Acest articol este disponibil online la adresa <http://nano.xerox.com/nanotech/feynman.html>.

6. Eric Drexler, *Engines of Creation* (New York: Anchor Press/ Doubleday, 1986). Cartea este accesibilă și online, pe site-ul de nanotehnologie al Xerox http://sandbo x.xerox.com/nano, precum și pe website-ul lui Drexler,de la Institutul Foresight, <http://www.foresight.org/EOC/index.html>.

7. Eric Drexler, *Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation* (New York: John Wiley and Sons,1992).

8. Potrivit website-ului Nanothinc <http://www.nanothinc.com/>, „Nanotehnologia, larg definită a include mai multe activități și discipline la nanoscară, este o industrie globală în care peste 300 de companii generează peste 5 miliarde de dolari în venituri anuale astăzi – și 24 de miliarde în 4 ani." Nanothinc cuprinde o listă de companii și venituri pe care se bazează cifrele.

Unele dintre nanoaplicațiile care generează venituri sunt micromașini, sisteme microelectromecanice, autofabricația, nanolitografia, instrumentele nanotehnologice, scanarea microscopică a mostrelor, software, materiale la nanoscară și materiale cu nanofază.

9. Publicațiile și lucrările lui Richard Smalley pe tema nanotehnologiilor pot fi găsite pe website-ul Centrului pentru Știință și Tehnologie la Nanoscară de la Universitatea Rice, <http://cnst.rice.edu/>.

10. Pentru informații privitoare la utilizarea nanotehnologiei pentru crearea logo-ului corporat IBM, citește articolul lui Faye Flam „Tiny Instrument Has Big Implications", *Knight-Ridder/Tribute News Service*, 11 august 1997, p. 811K7204.

11. Doctorul Jeffrey Sampsell de la Texas Instruments a scris o carte albă rezumând cercetările asupra microoglinzilor, accesibilă la adresa <http://www.ti.coni/dlp/docs/it/resources/white/overview/over.sht ml>.

12. O descriere a mașinilor zburătoare poate fi găsită pe website-ul MEMS (Microelectromechanical Systems) și pe cel al Grupului de Cercetări în Dinamica Fluidelor de la Universitatea California din Los Angeles (UCLA), <http://ho.seas.ucla.edu/new/main.htm>.

13. Cercetările de nanotehnologie de la Xerox sunt descrise în articolul lui Brian Santo, „Smart Matter Program Embeds Intelligence by Combining Sensing, Actuation, Computation – Xerox Builds on Sensor Theory for Smart Materials", *EETimes* (23 martie 1998): 129. Mai multe informații despre aceste cercetări pot fi găsite pe website-ul Smart Matter Research Group de la Centrul de Cercetări din Palo Alto al companiei Xerox, la adresa <http://www.parc.xerox.com/spl/projects/smart-matter/>.

14. Pentru informații asupra utilizării nanotehnologiilor în crearea nanochitarei, citește articolul lui Faye Flar „Tiny Instrument Has Big Implications", *Knight-Ridder/Tribune News Service*.

15. Află mai multe despre regiunea Celiabinsk vizitând website-ul dedicat ajutorării oamenilor care trăiesc în această regiune, la adresa <http://www.logtv.com/chelya/chel.html>.

16. Pentru mai multe informații despre povestea care a stat la originile jocului *Space War*, vezi articolul „A History of Computer Games", *Computer Gaming World* (noiembrie 1991): 16-26; și Eric S. Raymond, ed., *New Hacker's Dictionary* (Cambridge, MA: MIT Press, 1992). *Space War* a fost pus la punct de Steve Russell în anul 1961 și a fost implementat de către acesta pe PDP-1, la MIT, un an mai târziu.

17. Medical Learning Company este o asociere în participațiune între American Board of Family Practice (organizație care îi acreditează pe cei șaizeci de mii de medici de familie din Statele Unite) și Kurzweil Technologies. Scopul companiei constă în dezvoltarea de software pentru educația continuă a medicilor, ca și pentru alte piețe. Un aspect-cheie al tehnologiei va include un pacient simulat interactiv, care să poată fi consultat, intervievat și tratat.

18. Conceptul de ceaţă utilitară al lui Hall este descris în articolul lui J. Storrs Hall „Utility Fog Part I", *Extropy* nr. 13 (vol. 6, nr. 2), trimestrul trei 1994; şi în J. Storrs Hall, „Utility Fog Part 2", *Extropy* nr. 14 (vol. 71 nr. 1), trimestrul întâi 1995. Vezi de asemenea Jim Wilson, „Shrinking Micromachines: A New Generation of Tools Will Make Molecule-Size Machines a Reality", *Popular Mechanics* 174, nr. 11 (noiembrie 1997): 55-58.

19. Mark Yim, „Locomotion with a Unit-Modular Reconfigurable Robot", Stanford University Technical Report STAN-CS-TR-95-1536.

20. Joseph Michael, UK Patent #94004227.2.

21. Pentru exemple de texte „senzuale" publicate timpuriu, vezi *A History of Erotic Literature* de Patrick J. Kearney (Hong Kong, 1982); şi *History Laid Bare* de Richard Zachs (New York: HarperCollins, 1994).

22. *Upside Magazine*, aprilie 1998.

23. De exemplu, „TFUI" (Touch-and-Feel User Interface – Interfaţa tactil-senzorială) de la Pixis, folosită în seria de CD-ROM *Diva* şi *Space Sirens*.

24. Din „Who Needs Jokes? Brain Has a Ticklish Spot" de Malcolme W. Browne, *New York Times*, 10 martie 1998. De asemenea, vezi I. Fried (cu C.L. Wilson, K.A. MacDonald şi E.J. Behnke), „Electric Current Stimulates Laughter", *Scientific Correspondence* 391: 650, 1998.

25. K. Blum şi colab., „Reward Deficiency Syndrome", *American Scientist*, martie-aprilie 1996.

26. Muzica generată cerebral este o tehnologie patentată a Neurosonics, o companie mică din Baltimore, Maryland. Fondatorul, preşedintele director general şi principalul dezvoltator al tehnologiei este dr. Geoff Wright, şeful catedrei de muzică computerizată de la Conservatorul Peabody.

27. Pentru detalii referitoare la cercetările dr. Benson, vezi cartea lui, *The Relaxation Response* (New York: Avon, 1990).

28. „«God Spot» Is Found in Brain", *Sunday Times* (Britain), 2 noiembrie 1997.

Capitolul 8: 1999

1. Portalul guvernului federal al Statelor Unite pentru repertoriul de informaţii Year 2000, la adresa <http://www.itpolicy.gsa.gov/mks/

yr2000/y2khome.htm>, conține mai multe link-uri pentru pagini web dedicate subiectului Y2K. Există de asemenea numeroase grupuri web de discuții pe tema Y2K. Dă o căutare „Y2K discussion" folosind un motor cum ar fi Yahoo (www.yahoo.com) pentru a găsi mai multe pagini web dedicate acestui subiect.

2. David Cope discută despre programul său EMI în cartea sa *Experiments in Musical Intelligence* (Madison, WI: A-R Editions, 1996). EMI este discutat și în articolul lui Margaret Boden „Artificial Genius", *Discover Magazine*, octombrie 1996.

3. Pentru mai multe informații despre programul Improvisor, vezi articolul lui Margaret Boden „Artificial Genius", *Discover Magazine*, octombrie 1996. Articolul se ocupă de întrebarea cine este de fapt creatorul artei originale produse de programele de computer – dezvoltatorul programului sau programul propriu-zis?

4. Laurie Flynn, „Program Proves Bad Puns Not Limited to Humans", *New York Times*, 3 ianuarie 1998.

5. „Paramind copiază orice text pe care îl introduci sau îl adaugi pe ecranul său și îți fuzionează sistematic textul cu cuvinte noi. Cuvintele sunt apoi asociate, de exemplu adjectivele sunt asociate cu vederea și adverbele cu mersul. În textul pe care îl introduci sau îl adaugi, se aleg un cuvânt sau două din contextele în care aceste noi cuvinte se potrivesc bine, așa cum vrei. Rezultatul este o nouă prezentare a ideii tale, modificată într-un mod fascinant." De pe pagina web Paramind Brainstorming Software, de la adresa <http://wwwparamind.net/>. Pentru mai multe informații referitoare la alte programe de scriere, vezi pagina web a lui Marius Watz intitulată Computer Generated Writing, la adresa <http://www.notam.uio.no/~mariusw/c- g.writing/>.

6. Mai multe informații despre BRUTUS. 1 Story Generator și inventatorii săi pot fi găsite la adresa <http://www.rpi.edu/dept/ppcs/BRUTUS/brutus.html>.

7. Poetul Cibernetic al lui Ray Kurzweil (RKCP) este un program de computer creat de Kurzweil și dezvoltat de Kurzweil Technologies. Poți să descarci o copie a programului de la adresa <http://www.kurzweil-tech.com>.

8. Pentru exemple de creații artistice ale lui Mutator, vizitează website-ul Computer Artworks, la adresa <http://www.artworks.co.uk/welcome.htm>.

Karl Sims a scris mai multe articole despre cercetările lui, inclusiv „Artificial Evolution for Computer Graphics", *Computer Graphics* 25, nr. 4 (iulie 1991): 319-328.

9. Desene şi picturi realizate de Aaron, pictorul cibernetic al lui Harold Cohen, au fost expuse la Galeria Tate din Londra, la Muzeul Stedelijk din Amsterdam, la Muzeul Brooklyn, la Muzeul de Artă Modernă din San Francisco, la Muzeul Copiilor din cadrul Capitoliului din Washington şi în alte muzee.

10. Harold Cohen, „How to Draw Three People in a Botanical Garden", AAAI-88, *Proceedings of the Seventh National Conference on Artificial Intelligence*, 1988, pp. 846-855. Unele dintre implicaţiile lui Aaron sunt discutate în articolul Pamelei McCorduck „Artificial Intelligence: An Apercu", *Daedalus*, iarna 1988, pp. 65-83.

11. O listă a site-urilor lui Aaron, creaţia lui Cohen, poate fi găsită la adresa <http://www.umcs.maine.edu/~larry/latour/aaron.html>. Vezi de asemenea articolul lui Harold Cohen în „Constructions of the Mind", la adresa <http://shr.stanford.edu/shreview/4-2/text/cohen.html>.

12. Raymond Kurzweil, *Era maşinilor inteligente* (Cambridge, MA: MIT Press, 1990). Vezi de asemenea secţiunea de publicaţii de pe website-ul Kurzweil Technologies la adresa <http://www.kurzweiltech.com> şi secţiunea de publicaţii de pe website-ul Kurzweil Educational Systems la adresa <http://www.kurzweiledu.com>.

13. Capitalul în participaţiune se referă la finanţările disponibile pentru investiţii ale unor organizaţii care colectează volume de capital pentru investiţii în companii, în principal nou apărute. Capitalul Angel se referă la finanţările disponibile pentru investiţii ale unor reţele de investitori bogaţi care investesc în companii aflate la început. În Statele Unite, atât capitalul în participaţiune, cât şi capitalul Angel au pus accentul pe investiţiile în înalta tehnologie.

14. Pentru o listă cuprinzătoare a produselor disponibile şi a proiectelor de cercetare din domeniul recunoaşterii vorbirii şi chipurilor, mergi la The Face Recognition Home Page, la adresa <http://cherry.kist.re.kr/center/html/sites.html>.

15. Pentru un excelent rezumat pe acest subiect, vezi „The Intelligent Vehicle Initiative: Advancing «Human-Centered» Smart Vehicles" de Cheryl Little, de la Volpe National Transportation Systems Center. Acest articol este disponibil prin intermediul paginii web a

Centrului de Cercetări în Domeniul Autostrăzilor Turner-Fairbank Highway la adresa <http://www.tfhrc.gov/pubrds/pr97-10/p18.htm>. Pentru detalii referitoare la testele de pe Interstate 15 din California, mergi la National AHS Consortium Home Page, la adresa <http://monolith-mis.com/ahs/default.htm>.

16. De exemplu, programul Voice Xpress Plus, realizat de divizia de dictare a companiei Lernout & Hauspie (fostă Kurzweil Applied Intelligence), combină un vocabular extins și recunoașterea vorbirii continue cu înțelegerea limbajului natural pentru comenzi. Recunoașterea continuă a vorbirii fără înțelegerea limbajului natural (de prin 1998) este disponibilă prin programele Naturally Speaking al companiei Dragon System și Viavoice al IBM.

17. Exemple de produse de traducere includ T1 Professional de la Gesellschaft für Multilinguale Systeme al companiei Langenscheidt, divizie a Lernout & Hauspie Speech Products; Globalink Power Translator și SYSTRAN Classic pentru Windows.

18. Duncan Bythell, *The Handloom Weavers: A Study in the English Cotton Industry During the Industrial Revolution*, p. 70. Există de asemenea mai multe website-uri care explorează atât istoria ludită originală, cât și mișcarea neoludită modernă. Ca exemplu, vezi pagina web Luddites On-Line, la adresa <http://www.luddites.com/index2.html>.

19. Ben J. Wattenberg, ed., *The Statistical History of the United States from Colonial Times to the Present*; U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census, Statistical Abstract of the United States, 1997.

20. Ben J. Wattenberg, ed., *The Statistical History of the United States from Colonial Times to the Present*.

21. U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census, Statistical Abstract of the United States, 1997.

22. Manifestul Unabomober al lui Ted Kaczynski a fost publicat atât în *New York Times*, cât și în *Washington Post*, în septembrie 1995. Textul complet al documentului este disponibil pe numeroase pagini web, inclusiv pe <http://www.soci.niu.edu/~critcrim/uni/uni.txt>.

Capitolul 9: 2009

1. Un consorțiu de optsprezece producători de telefoane celulare și alte dispozitive electronice portabile pune la punct o tehnologie numită

Bluetooth, care asigură comunicaţii fără fir pe o rază de zece metri, cu o rată de transfer al datelor de 700 până la 900 de kilobiţi pe secundă. Este de aşteptat ca tehnologia Bluetooth să fie lansată la sfârşitul anului 1999 şi va avea un cost iniţial de 20 de dolari pe unitate. Se aşteaptă ca acest preţ să scadă curând după lansare. Bluetooth va permite realizarea comunicaţiilor personale şi comunicarea dispozitivelor electronice între ele.

2. O tehnologie ca Bluetooth (vezi Nota 1) va permite unor componente de computere cum ar fi unităţile centrale, tastaturile, dispozitivele de indicare, imprimantele etc. să comunice între ele fără să mai folosească cabluri.

3. Compania Microvision din Seattle are un produs numit Afişaj Retinian Virtual – Virtual Retina Display (VRD) – care proiectează imagini direct pe retina ochiului, permiţându-i utilizatorului să vadă mediul normal. Sistemul Microvision VRD este foarte costisitor actualmente şi e vândut numai armatei, pentru a fi utilizat de piloţi. Preşedintele-director general al companiei Microvision, Richard Rutkowski, întrevede o versiune de larg consum cu un singur cip, înainte de anul 2000.

4. Proiectând viteza computerelor personale, un computer personal din 1998 poate să realizeze în jur de 150 de milioane de instrucţiuni pe secundă, la un cost de circa 1.000 de dolari. Prin dublarea la fiecare douăsprezece luni, obţinem o proiecţie de 10 milioane înmulţit cu 2^{11} (2.048) = 300 de miliarde de instrucţiuni pe secundă în anul 2009. Instrucţiunile sunt mai puţin puternice decât operaţiile, deci numărul de operaţii pe secundă va fi de circa 100 de miliarde. Pe de altă parte însă, proiectând în funcţie de viteza computerelor neuronale, un computer neuronal din anul 1997 asigura 2 miliarde de operaţii pe conexiuni neuronale pe secundă, la un cost de aproximativ 1.000 de dolari. Dublând la fiecare douăsprezece luni, obţinem o proiecţie de un miliard înmulţit cu 2^{12} (4.096) = 4 mii de miliarde de operaţii pe secundă în 2009. Până în anul 2009, computerele vor combina în mod curent ambele tipuri de computaţie, astfel încât, chiar dacă doar 25 la sută dintre operaţii s-ar realiza pe conexiuni neuronale, estimarea de o mie de miliarde de operaţii pe secundă la un cost de 1.000 de dolari pentru 2009 este rezonabilă.

5. Cele mai performante computere sunt de douăzeci de mii de ori mai puternice decât un computer personal de 1.000 de dolari. În anul

2009, computerele personale de 1.000 de dolari asigurând în jur de o mie de miliarde de operații pe secundă (în special de tipul operațiilor pe rețele neuronale), cele mai puternice supercomputere vor realiza în jur de 20 de milioane de miliarde de operații pe secundă, adică aproximativ egal cu capacitatea de operare a creierului uman.

6. Până în momentul în care scriu aceste rânduri, s-a făcut multă publicitate pe tema cercetărilor dr. Judith Folkman de la Children's Hospital din Boston, Massachusetts, și a efectelor inhibitorilor de angiogeneză. În particular, combinația de Endostatin și Angiostatin, medicamente obținute prin tehnici de bioinginerie, care inhibă reproducerea capilarelor, a fost remarcabil de eficientă la șoareci. Cu toate că au existat o mulțime de comentarii care au subliniat faptul că medicamentele ce dau rezultate la șoareci adeseori nu dau rezultate la om, proporțiile în care această combinație de medicamente a funcționat la animalele de laborator a fost remarcabilă. Medicamentele care dau rezultate la șoareci adeseori dau rezultate și la om.

Vezi „HOPE IN THE LAB: A Special Report. A Cautious Awe Greets Drugs That Eradicate Tumors in Mice", *New York Times*, 3 mai 1998.

Capitolul 10: 2019

1. Vezi Nota 3 de la Capitolul 9, „2009", referitoare la afișajul virtual retinian Microvision.

2. Un computer neuronal din 1997 realiza numai aproximativ 2 miliarde de operații pe secundă prin conexiuni neuronale, la o valoare de 2.000 de dolari. Dublându-se de douăzeci și două de ori până în anul 2019, această valoare ajunge la aproximativ 8 milioane de miliarde de operații pe secundă la o valoare de 2.000 de dolari și la 16 milioane de miliarde de operații pe secundă la o valoare de 4.000 de dolari. În anul 2020, vom avea 16 milioane de miliarde de operații pe secundă la o valoare de 2.000 de dolari.

3. Fiecare creier uman asigurând în jur de 10^{16} operații pe secundă și un număr de persoane estimat de 10 miliarde (10^{10}), obținem o valoare estimată de 10^{26} operații pe secundă pentru toate creierele de pe Pământ. În 1998 există pe glob aproximativ 100 de milioane de computere. O estimare conservatoare pentru 2019 ar fi de un miliard de computere egale cu capacitatea de operare de la momentul respectiv a

unei maşini de vârf a momentului. Astfel, capacitatea de operare totală a computerelor va fi de un miliard (10^9) înmulţit cu 10^{16} = 10^{25} operaţii pe secundă, ceea ce înseamnă 10 la sută din 10^{26}.

Capitolul 11: 2029

1. Fiecare creier uman asigurând aproximativ 10 operaţii pe secundă şi un număr de persoane estimat la 10 miliarde (10^{10}), obţinem o valoare estimată de 10^{26} operaţii pe secundă pentru toate creierele umane de pe Pământ. În 1998, în lume există aproximativ 100 de milioane de computere. O estimare (foarte) conservatoare pentru 2029 ar fi un miliard de computere echivalente cu o maşină de vârf a momentului, la valoarea de 1.000 de dolari. Practic, este o aproximare prea conservatoare, dar eficientă totuşi pentru scopurile noastre. Astfel, capacitatea totală de operare a computerelor este de un miliard (10^9) înmulţit cu 10^{19} = 10^{28} operaţii pe secundă, ceea ce înseamnă de o sută de ori capacitatea de procesare a tuturor creierelor umane (care este de 10^{26} operaţii pe secundă).

2. Vezi Raymond Kurzweil, *The 10% Solution for a Healthy Life: How to Eliminate Virtually All Risk of Heart Disease and Cancer* (New York: Crown Publishers, 1993).

Capitolul 12: 2099

După cum am discutat în Capitolul 6, „Construirea noilor creiere", şi în Capitolul 10, „2019", capacitatea umană estimată la 2 x 10^{16} (conexiuni neuronale) operaţii pe secundă va fi atinsă cu un dispozitiv de operare de 1.000 de dolari în jurul anului 2020.

Aşa cum de asemenea am subliniat, capacitatea de operare se va dubla la fiecare douăsprezece luni sau de zece ori în fiecare deceniu, ceea ce înseamnă un factor de o mie (2^{10}) la fiecare zece ani. Prin urmare, până în anul 2099, o capacitate de operare de 1.000 de dolari va echivala în mare cu 10^{24} ori capacitatea de operare a creierului uman sau cu 10^{40} operaţii pe secundă. Estimând o mie de miliarde de persoane virtuale (de o sută de ori mai mult decât cele aproximativ 10 miliarde de persoane de la începutul secolului XXI) şi o capacitate de operare estimată la aproximativ un milion de dolari dedicată fiecărei persoane, obţinem o valoare estimată la 10^{55} operaţii pe secundă.

2. O mie de qu-biți ar permite 2^{1000} (aproximativ 10^{300}) de operații executate concomitent. Dacă 10^{42} dintre operațiile efectuate în fiecare secundă ar fi asemenea operații cuantice, acest fapt ar echivala cu $10^{42} \times 10^{300} = 10^{342}$ operații pe secundă. $10^{55} + 10^{342}$ înseamnă tot aproximativ 10^{342}.

3. Ce s-a întâmplat în cazul picoingineriei? te întrebi. Picoingineria se referă la manipularea la scara unui picometru, care este a mia milioana parte dintr-un metru. Amintește-ți că autorul nu a mai vorbit cu Molly timp de șaptezeci de ani. Nanotehnologia (tehnologia la scara unei miliardimi de metru) devine practică în deceniul cuprins între 2019 și 2029. Observă că, în secolul douăzeci, Legea accelerării veniturilor, așa cum este ea aplicată computației, a fost satisfăcută prin inginerie la scări și mai mici sub raport fizic. Legea lui Moore este un bun exemplu în acest sens, prin faptul că dimensiunea unui tranzistor (bidimensional) s-a redus cu 50 la sută la fiecare doi ani. Asta înseamnă că tranzistorii s-au micșorat cu un factor de $2^5 = 32$ în zece ani. Astfel, dimensiunile unui tranzistor pe *fiecare* dimensiune s-a redus cu un factor egal cu rădăcina pătrată din $32 = 5{,}6$ la fiecare zece ani. Prin urmare, reducem dimensiunile componentelor cu un factor de aproximativ 5,6 pe fiecare dimensiune la fiecare zece ani.

Dacă manipularea la scară nanometrică (nanotehnologia) este practică în anul 2032, manipularea la scară picometrică trebuie să devină practică abia patruzeci de ani mai târziu (deoarece $5{,}6^4$ = aproximativ 1.000), adică în anul 2072. Manipularea la scară femtometrică (a mia miliarda parte dintr-un metru) ar trebui să devină fezabilă în jurul anului 2112. Prin urmare, sunt puțin conservator spunând că femtoingineria este controversată încă în anul 2099.

Nanoingineria implică manipularea atomilor individuali. Picoingineria va implica manipularea la nivelul particulelor subatomice (de exemplu, electronii). Femtoingineria va implica manipularea în interiorul unui quarc. Acest fapt nu trebuie să pară deosebit de uimitor, în condițiile în care teoriile contemporane postulează deja mecanisme complicate în interiorul quarcurilor.

Epilogul: Restul Universului revizuit

1. Am putea folosi funcția *busy beaver* (vezi Nota 16 de la mașina Turing din Capitolul 4) ca măsură cantitativă a software-ului de inteligență.

Cronologie

Sursele pentru cronologie includ Raymond Kurzweil, *The Age of Intelligent Machines* (Cambridge, MA: MIT Press, 1990).

Introducerea la teoria Big Bang-ului la adresa <http://www.bowdoin.edu/dept/physics/astro.1997/astro4/bigbang.ht ml>; Joseph Silk, *A Short History of the Universe* (New York: Scientific American Library, 1994); Joseph Silk, *The Big Bang* (San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1980); Robert M. Wald, *Space, Time and Gravity* (Chicago: The University of Chicago Press, 1977); Stephen W. Hawking, *A Brief History of Time* (New York: Bantam Books, 1988).

Evoluţie şi comportament la adresa <http://ccp.uchicago.edu/~jyin/evolution.html>; Edward O. Wilson, *The Diversity of Life* (New York: W.W. Norton and Company, 1993); Stephen Jay Gould, *The Book of Life* (New York: W.W. Norton and Company, 1993); Alexander Hellemans and Bryan Bunch, *The Timetable of Science* (Simon and Schuster, 1988). „CBN History: Radio/Broadcasting Timeline" la adresa <http://www. wcbn.orgthistory/wcbntime.html>.

„Chronology of Events in the History of Microcomputers" la adresa <http://www3.islandnet.com/~kpolsson/comphist.htm>.

„The Computer Museum History Center" la adresa <http://www.tem.org/history/index.html>.

1. Picoingineria presupune operaţii de inginerie la nivelul particulelor subatomice (de exemplu, electronii). Vezi Nota 3 de la picoinginerie şi femtoinginerie din Capitolul 12.

2. Femtoingineria va presupune operaţii de inginerie la scara unui quark. Vezi Nota 3 de la picoinginerie şi femtoinginerie din Capitolul 12.

Cum se construieşte o maşină inteligentă în trei paradigme uşoare

1. Vezi „Information Processing in the Human Body" de Vadim Gerasimov, la adresa <http://vadim.www.media.mit.edu/MAS862/Project.html>.

2. Marvin Minsky şi Seymour A. Papert, *Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry* (Cambridge, MA: MIT Press, 1988).

3. Textul citat, referitor la „cele două științe-surori", este din Seymour Papert, „One AI or Many", *Daedalus*, iarna 1988.

„Doctorul Seymour Papert este matematician și unul dintre pionierii Inteligenței Artificiale. În plus, este recunoscut pe plan internațional ca fiind un gânditor seminal în domeniul mijloacelor în care computerele pot să schimbe învățarea. Născut și educat în Africa de Sud, unde a participat activ la mișcarea antiapartheid, dr. Papert s-a ocupat de cercetări matematice la Universitatea Cambridge din 1954 până în 1958. Pe urmă a lucrat cu Jean Piaget la Universitatea din Geneva, din 1958 și până în 1963. Tocmai această colaborare l-a ghidat să folosească matematica în serviciul înțelegerii modului cum poate să învețe și să gândească copilul. La începutul anilor 1960, Papert a venit la MIT, unde, împreună cu Marvin Minsky, a fondat Laboratorul de Inteligență Artificială și a devenit coautor al lucrării lor seminale *Perceptronii*." De pe pagina web intitulată „Seymour Papert", de la adresa <http://papert.www.media.mit.edu/people/papert/>.

4. „[Marvin] Minsky a fost... unul dintre pionierii roboticii și teleprezenței inteligenței mecanice... În 1951, a construit prima mașină de învățare cablată aleatoriu și bazată pe rețele neuronale (denumită SNARC, de la Stochastic Neural-Analog Reinforcement Computer), în temeiul întăririi coeficienților de transmitere sinaptică simulată... De la începutul anilor 1950, Marvin Minsky a lucrat la utilizarea ideilor computaționale pentru caracterizarea proceselor psihologice umane, precum și la dotarea mașinii cu inteligență." Din scurta biografie academică a lui Marvin Minsky, la adresa: <http://minsky.www.media.mit.edu/people/minsky/minskybiog.html>.

5. Doctorul Raj Reddy este decan al Facultății de Știința Computerelor de la Universitatea Carnegie Mellon și profesor de știința computerelor și robotică la Universitatea Herbert A. Simon. Dr. Reddy este un cercetător de frunte în domeniul Inteligenței Artificiale, printre temele lui de interes în domeniul cercetării fiind incluse și studiul interacțiunii om-computer și Inteligența Artificială.

CUPRINS

Notă pentru cititor 5

Mulţumiri 7

Prolog: O inexorabilă emergenţă 9

Înainte de sfârşitul următorului secol (XXI, n.tr.), fiinţele omeneşti nu vor mai fi cel mai inteligent sau capabil tip de entitate de pe planetă. De fapt, dă-mi voie să retrag. Adevărul ultimei afirmaţii depinde de modul în care definim umanul.

Partea întâi: Sondarea trecutului

Capitolul unu: Legea timpului şi a haosului 19

Pe parcursul ultimilor patruzeci de ani, în acord cu Legea lui Moore, puterea computerelor bazate pe tranzistoare a crescut exponenţial. Până în anul 2020, tranzistoarele vor avea grosimea de doar câţiva atomi, iar Legea lui Moore îşi va fi împlinit menirea cu desăvârşire. Şi pe urmă? Pentru a răspunde acestei întrebări critice, trebuie să înţelegem natura exponenţială a timpului.

Capitolul doi: Inteligenţa evoluţiei 62

Poate o inteligenţă să creeze o altă inteligenţă mai inteligentă decât ea însăşi? Suntem mai inteligenţi decât procesul evolutiv care ne-a creat? La rândul ei, inteligenţa pe care o creăm va ajunge oare să o depăşească pe a creatorului său?

Capitolul trei: Despre minte şi maşini 77

„Mă simt singur şi plictisit, te rog, ţine-mi companie." Dacă ecranul computerului ar afişa acest mesaj, te-ar convinge oare că este conştient şi că are sentimente? Înainte să spui un „Nu" prea pripit, haide să ne gândim cum ar putea fi generat acest mesaj plângăcios.

Capitolul patru: O nouă formă de inteligență pe Pământ 99
Inteligența realizează rapid planuri satisfăcătoare, uneori surprinzătoare, care respectă o multitudine de constrângeri. În mod evident, nicio formulă simplă nu poate să imite acest fenomen, cel mai redutabil dintre toate. De fapt, tot ceea ce e necesar pentru rezolvarea unei game surprinzător de largi de probleme inteligente este simplu: metode simple, combinate cu doze puternice de calcul care, la rându-i, constituie un proces simplu.

Capitolul cinci: Context și cunoaștere 133
Este logic să reții ceea ce intuiești astăzi cu privire la provocările zilei de mâine. Nu e util să regândești fiecare problemă care survine. Acest fapt este adevărat mai ales în cazul oamenilor, datorită vitezei extrem de reduse a circuitelor noastre de calcul.

Partea a doua: Pregătirea prezentului

Capitolul șase: Construirea noilor creiere... 149
Evoluția a găsit o cale de ocolire a limitelor de calcul ale circuitelor neuronale. Într-un mod inteligent, a creat organisme care la rândul lor au inventat o tehnologie de calcul de un milion de ori mai rapidă decât a neuronilor făcuți din carbon. În cele din urmă, computația realizată de circuitele neuronale extrem de lente ale mamiferelor va fi portată pe un echivalent electronic (și fotonic) mult mai versatil și mai rapid.

Capitolul șapte: ...și corpuri 195
O minte lipsită de trup se va deteriora foarte repede. Prin urmare, ce fel de corpuri le vom asigura noi mașinilor din secolul al XXI-lea? Mai târziu, întrebarea va fi: Ce fel de corpuri își vor asigura ele singure?

Capitolul opt: 1999 229
Dacă toate computerele din anul 1960 ar fi încetat concomitent să funcționeze, puțini oameni ar fi băgat de seamă acest lucru. În 1999, lucrurile stau cu totul altfel. Deși le lipsesc simțul umorului, darul flecărelii și alte calități dragi firii omului, computerele îndeplinesc o gamă tot mai diversă de sarcini care anterior ar fi necesitat inteligența umană.

Partea a treia: Cu faţa către viitor

Capitolul nouă: 2009 275

Ne aflăm în anul 2009. Un computer personal de 1.000 de dolari poate să realizeze aproximativ un miliard de calcule pe secundă. Computerele sunt incluse în îmbrăcăminte şi bijuterii. Cele mai banale tranzacţii comerciale se realizează între un om şi o personalitate virtuală. Sunt folosite în mod curent telefoane care traduc. Muzicienii umani realizează în mod obişnuit şedinţe de jazz cu muzicieni cibernetici. Mişcarea neoludită este în creştere.

Capitolul zece: 2019 294

Un computer de 1.000 de dolari aproape că egalează, actualmente, capacitatea de calcul a creierului uman. Computerele, invizibile în majoritatea lor, sunt prezente pretutindeni. Monitoare tridimensionale redând realitatea virtuală, incluse în ochelari şi lentile de contact, asigură o interfaţă primară pentru comunicarea cu alte persoane, pe web sau în realitatea virtuală. Cea mai mare parte a interacţiunilor cu computerele se realizează prin gesturi şi prin comunicarea vorbită în limbaj natural, biunivocă. Medii realiste atotcuprinzătoare, vizuale, auditive şi tactile, le permit oamenilor să facă practic orice cu oricine, fără să mai conteze proximitatea fizică. Oamenii încep să aibă relaţii cu personalităţi automate, cum ar fi însoţitori, profesori, îngrijitori şi parteneri.

Capitolul unsprezece: 2029 318

Un computer de 1.000 de dolari are capacitatea de calcul a o mie de creiere umane. Căile neuronale directe au fost perfecţionate pentru conexiunea pe spectru larg de bandă cu creierul uman. Devine disponibilă o serie de implanturi neuronale pentru amplificarea percepţiei vizuale şi auditive, ca şi pentru interpretare, memorare şi raţionare. Computerele au citit întreaga literatură umană, ca şi pe cea generată de computer, plus materialul multimedia existent. Sunt dezbătute din ce în ce mai pe larg drepturile legale ale computerelor cu ceea ce înseamnă fiinţa omenească. Maşinile susţin că sunt conştiente, iar aceste afirmaţii sunt în mare parte acceptate.

Capitolul doisprezece: 2099 337

Se naşte un curent foarte puternic în favoarea contopirii gândirii umane cu inteligenţa maşinilor pe care a creat-o specia umană. Nu mai există o distincţie clară între oameni şi computere. Entităţile cele mai conştiente nu au o prezenţă fizică permanentă. Inteligenţele derivate din modelele extinse ale inteligenţei umane susţin că sunt omeneşti. Cele mai multe dintre aceste inteligenţe nu sunt conectate la o unitate de procesare computerizată specifică. Numărul de oameni care utilizează softurile îl depăşeşte cu mult pe cel al oamenilor care folosesc în continuare calculul bazat pe celule neuronale. Chiar şi în rândul inteligenţelor umane care mai fac apel la neuroni pe bază de carbon, se încetăţeneşte tehnologia omniprezentă a implanturilor neuronale, care asigură o amplificare extraordinară a abilităţilor de percepţie şi cognitive ale omului. Persoanele care nu folosesc asemenea implanturi nu sunt capabile să participe într-un mod semnificativ la dialogurile cu cele care le folosesc. Speranţa de viaţă nu mai reprezintă un termen viabil în raport cu fiinţele inteligente.

Epilog: Restul Universului, revizitat 363

Fiinţele inteligente cântăresc soarta Universului.

Cronologie 373

Cum se construieşte o maşină inteligentă în trei paradigme simple 408

Glosar 438

Note 471

TOTAL

Păşeşte în lumea lui Ray Kurzweil – supranumit „geniul neliniştit" (*Wall Street Journal*) şi „maşina inteligentă supremă" (*Forbes*) –, ale cărui predicţii despre o epocă în care omul şi calculatoarele îşi vor putea ţine locul reciproc sunt uimitoare, provocatoare şi mai aproape de realizare decât ţi-ai putea imagina.

Epoca maşinilor spirituale este o istorie a viitorului computerului aşa cum ***nu*** îl ştim noi, majoritatea profanilor, care folosim această maşină inteligentă ca instrument de lucru, fie el ştiinţific sau futil-recreaţional. Iar viitorul vine din laboratoarele ştiinţei computerelor – o ştiinţă aparte, neobişnuită şi elitistă, poate singura ştiinţă care îşi cunoaşte viitorul şi ştie precis unde va ajunge în următorii ani.

Această carte ridică puţin colţul cortinei, lăsându-ne să tragem cu ochiul în laboratoarele în care viitorul a venit deja – nu azi, ci direct alaltăieri. Îţi face cunoştinţă cu o lume miraculoasă pe alocuri, revoluţionară în mare măsură, poate puţin înfricoşătoare, o lume a unei potenţiale omniprezenţe a capacităţii de calcul, cu riscuri şi recompense, cu limite tinzând la infinit, dar cu siguranţă o lume fundamental fascinantă, acaparatoare şi seducătoare, o lume care te face să-ţi doreşti să faci parte din ea.

Epoca maşinilor spirituale te atrage, te fascinează, te incită, te descumpăneşte, te impresionează, te irită… dar ţi se lipeşte de degete şi nu te lasă indiferent.

„Kurzweil ne oferă o analiză îndrăzneaţă şi provocatoare a inteligenţei umane şi artificiale, dar şi o perspectivă unică asupra unui viitor în care capacităţile calculatorului şi ale speciei care l-a inventat sunt tot mai asemănătoare."
Bill Gates, CEO Microsoft

„O carte pentru toţi cei care se întreabă încotro se îndreaptă tehnologia umană."
The New York Times

ISBN 978-973-47-1445-2

PARALELA 45 EDITURA

Preţ cu TVA: 39 LEI